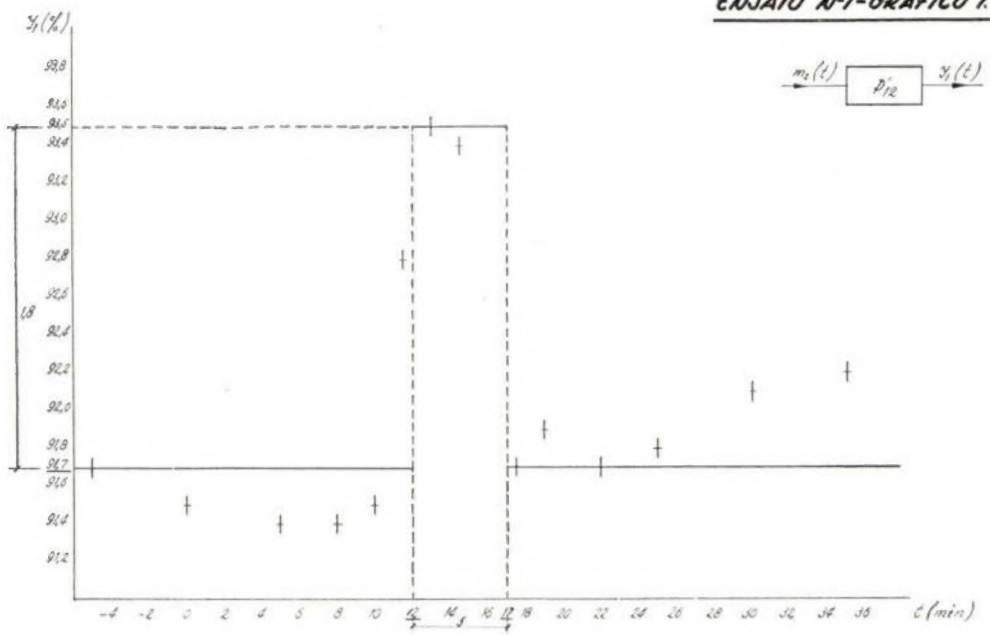
$C'_{v_3} e^{-t_2 s}$: Influência directa da variação de q_{v_3} sobre y_3.

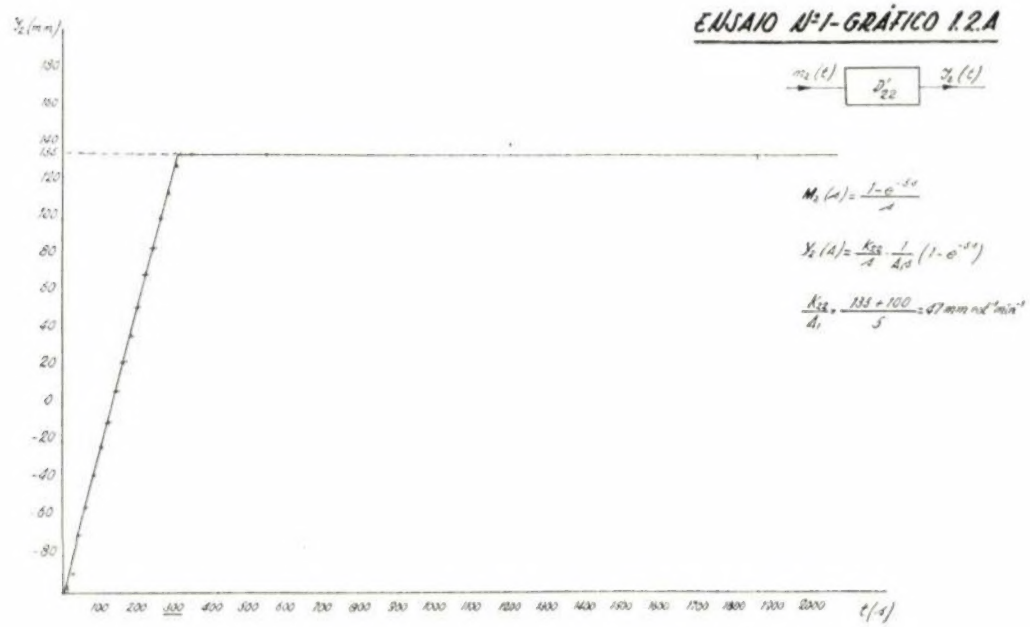
$$\frac{C_7 C_{v_3} C_{11} e^{-(t_1+t_2)s}}{\left(sV_s + q_{B_1}\right)\left(1 - \frac{C_4 C_{11}}{sV_s + q_{B_1}} e^{-t_1 s}\right)}$$: Influência indirecta da variação de q_{v_3} sobre y_3, através da variação de y_1 em q_{v_3}.

$$\frac{C_{v_4} C_{31}}{sV_a + q_{B_2}} e^{-t_2 s}$$: Influência directa sobre y_3 da variação de q_{v_4}.

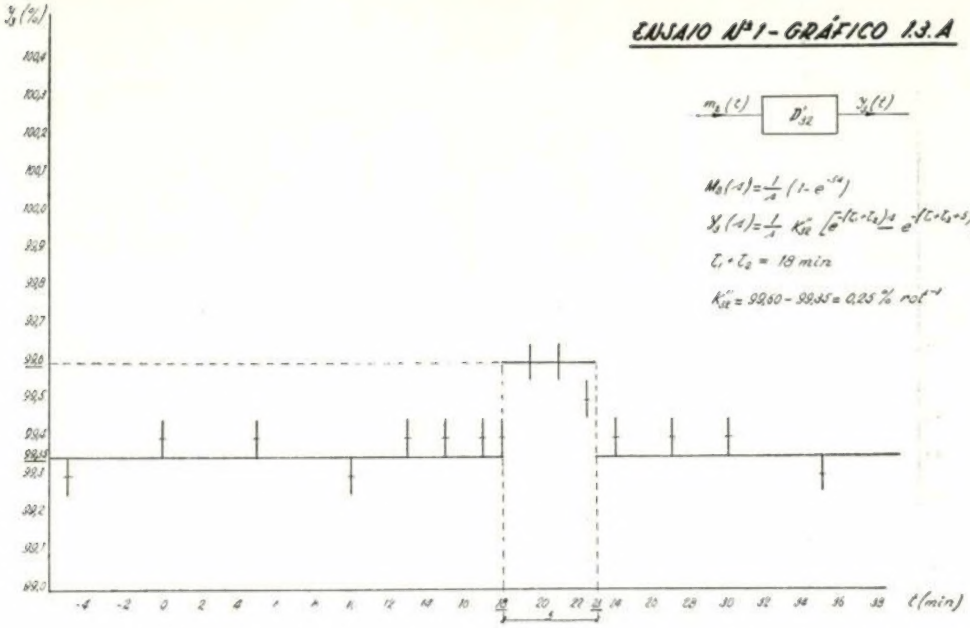
ENSAIO Nº1-GRÁFICO 1.1A



ENSAIO Nº1-GRÁFICO 1.2.A



ENSAIO Nº 1 - GRÁFICO 1.3.A



$m_2(t) \rightarrow \boxed{D'_{32}} \rightarrow y_3(t)$

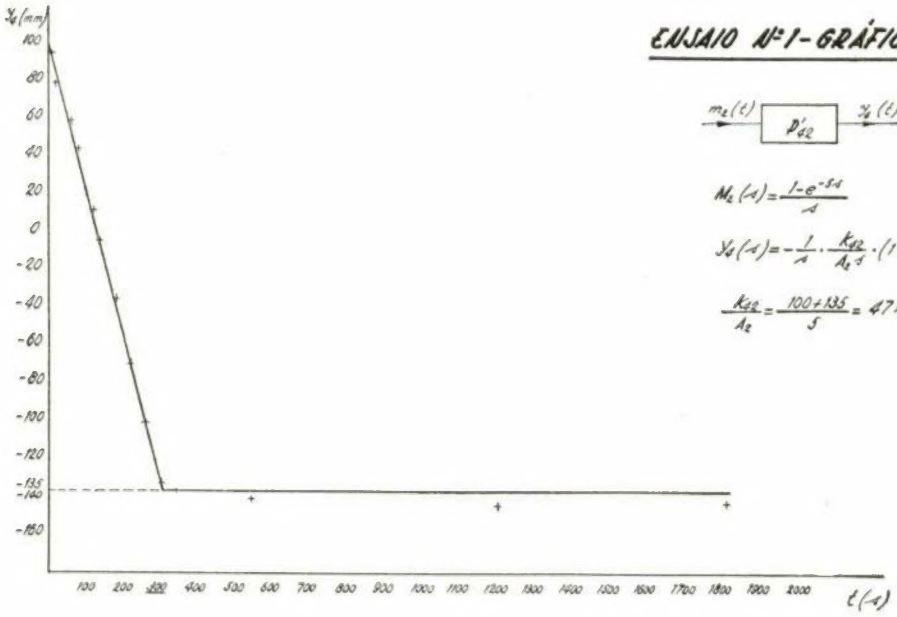
$M_3(s) = \frac{1}{s}(1 - e^{-\tau s})$

$Y_3(s) = \frac{1}{s} K''_{32} \left[e^{-(\tau_1+\tau_2)s} - e^{-(\tau_1+\tau_2+\tau)s} \right]$

$\tau_1 + \tau_2 = 18\ min$

$K''_{32} = 99{,}60 - 99{,}35 = 0{,}25\ \%\ rot^{-1}$

ENSAIO Nº 1 - GRÁFICO 1.4.A



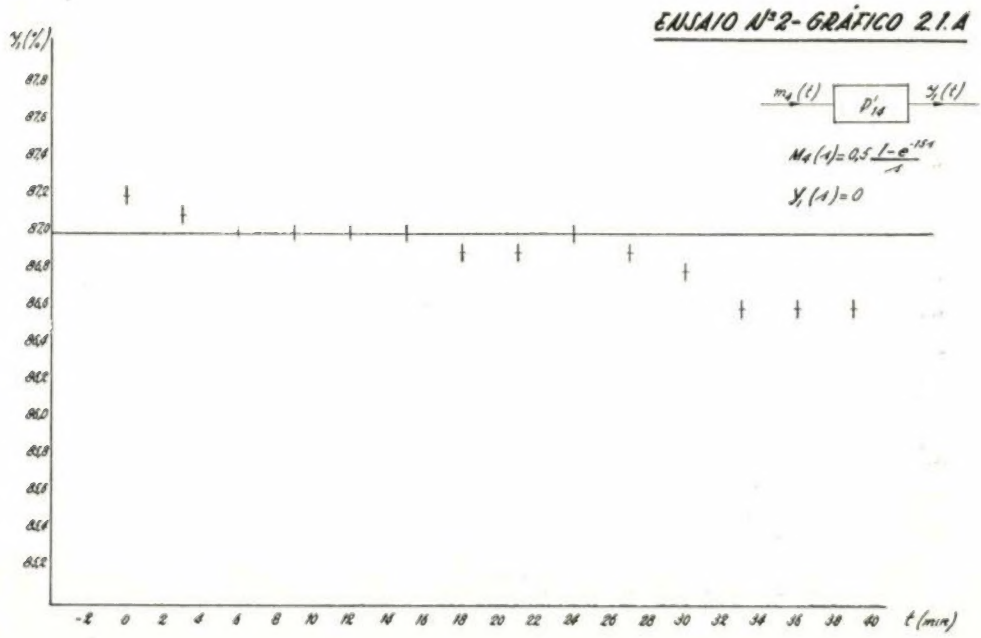
$m_2(t) \rightarrow \boxed{D'_{42}} \rightarrow y_4(t)$

$M_2(s) = \frac{1 - e^{-\tau s}}{s}$

$Y_4(s) = -\frac{1}{s} \cdot \frac{K_{42}}{A_2 s} \cdot (1 - e^{-\tau s})$

$\frac{K_{42}}{A_2} = \frac{100 + 135}{5} = 47\ mm\ rot^{-1} min^{-1}$

ENSAIO Nº 2 - GRÁFICO 2.1.A

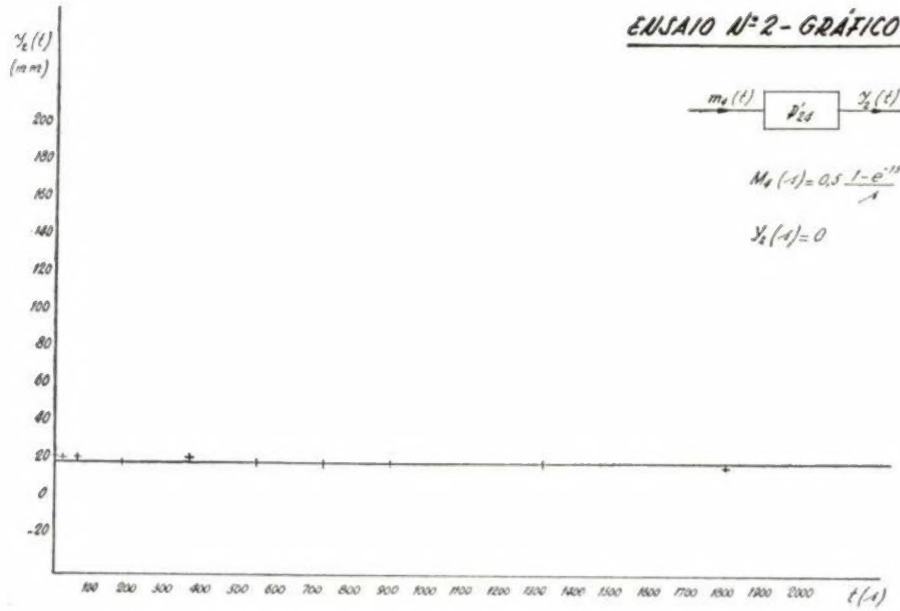


$m_4(t) \rightarrow \boxed{D'_{14}} \rightarrow y_1(t)$

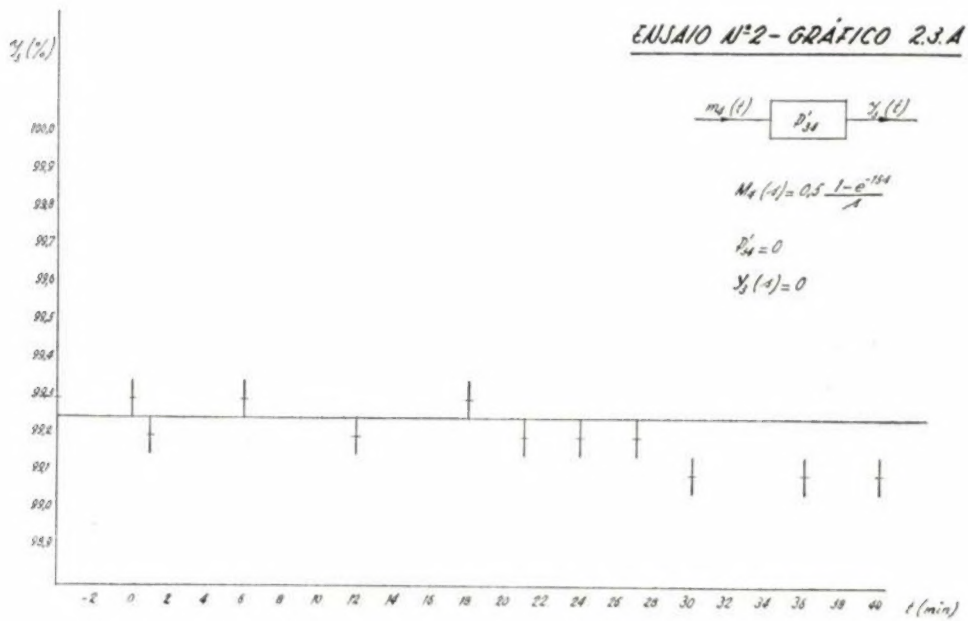
$M_4(s) = 0{,}5 \frac{1 - e^{-15 s}}{s}$

$Y_1(s) = 0$

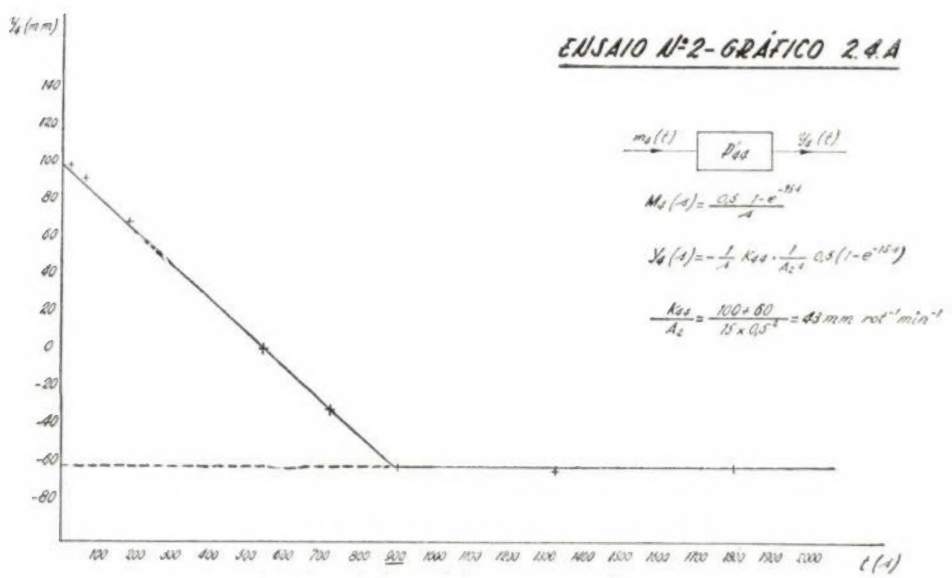
ENSAIO Nº 2 - GRÁFICO 2.2A



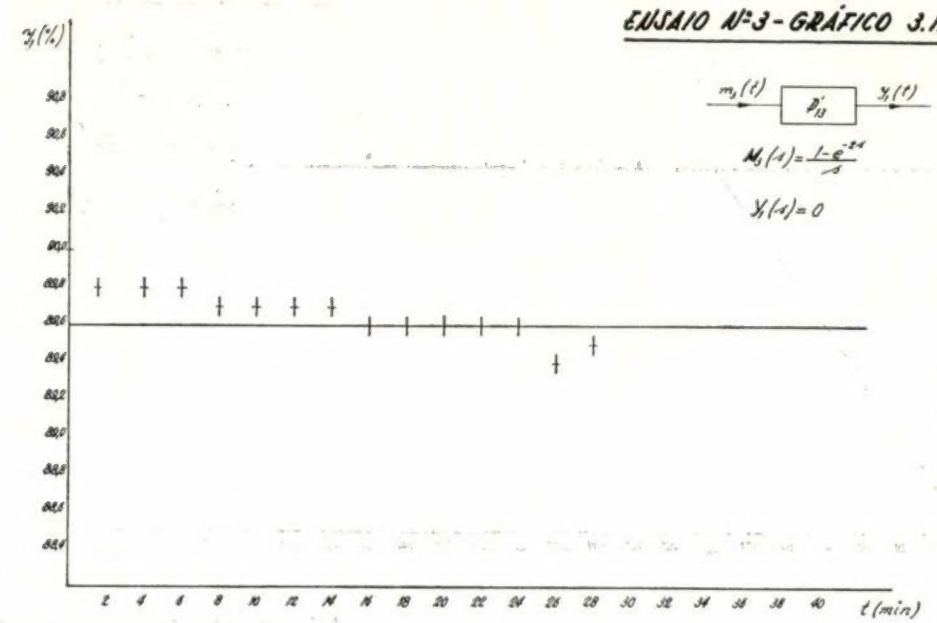
ENSAIO Nº 2 - GRÁFICO 2.3.A



ENSAIO Nº 2 - GRÁFICO 2.4.A



ENSAIO Nº3 - GRÁFICO 3.1A

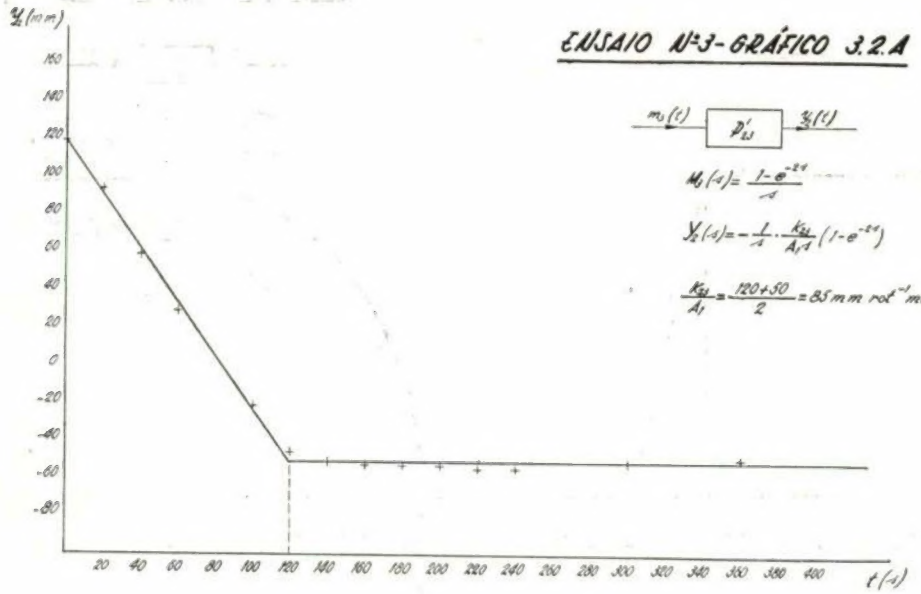


$m_1(t) \longrightarrow \boxed{D'_{13}} \longrightarrow y_1(t)$

$$M_1(s) = \frac{1-e^{-2s}}{s}$$

$$Y_1(s) = 0$$

ENSAIO Nº3 - GRÁFICO 3.2.A



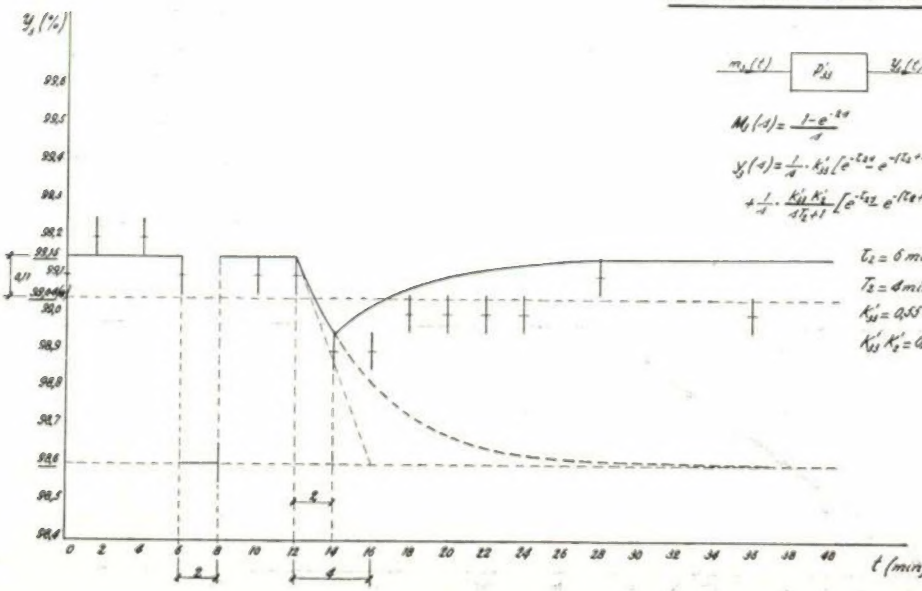
$m_3(t) \longrightarrow \boxed{D'_{23}} \longrightarrow y_2(t)$

$$M_3(s) = \frac{1-e^{-2s}}{s}$$

$$Y_2(s) = -\frac{1}{s}\cdot\frac{K_{32}}{A_1 s}\left(1-e^{-2s}\right)$$

$$\frac{K_{32}}{A_1} = \frac{120+50}{2} = 85\,mm\ rot^{-1}\,min^{-1}$$

ENSAIO Nº3 - GRÁFICO 3.3A



$m_1(t) \longrightarrow \boxed{D'_{33}} \longrightarrow y_3(t)$

$$M_1(s) = \frac{1-e^{-2s}}{s}$$

$$Y_3(s) = \frac{1}{s}\cdot K'_{33}\left[e^{-\tau_2 s} - e^{-(\tau_2+\tau_3)s}\right] + \frac{1}{s}\cdot\frac{K'_{33}K'_3}{s\tau_3+1}\left[e^{-\tau_2 s} - e^{-(\tau_2+\tau_3)s}\right]$$

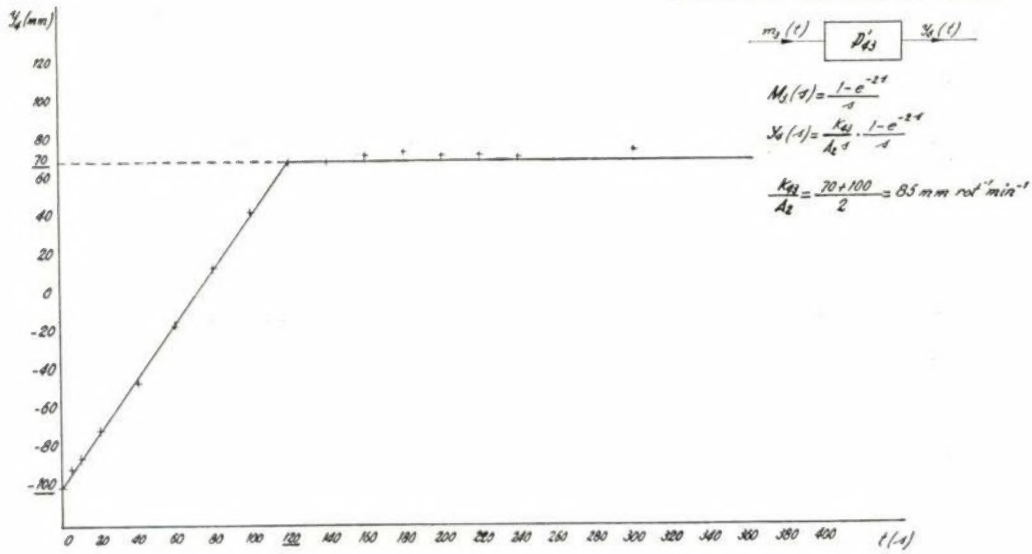
$\tau_2 = 6\,min$

$\tau_3 = 4\,min$

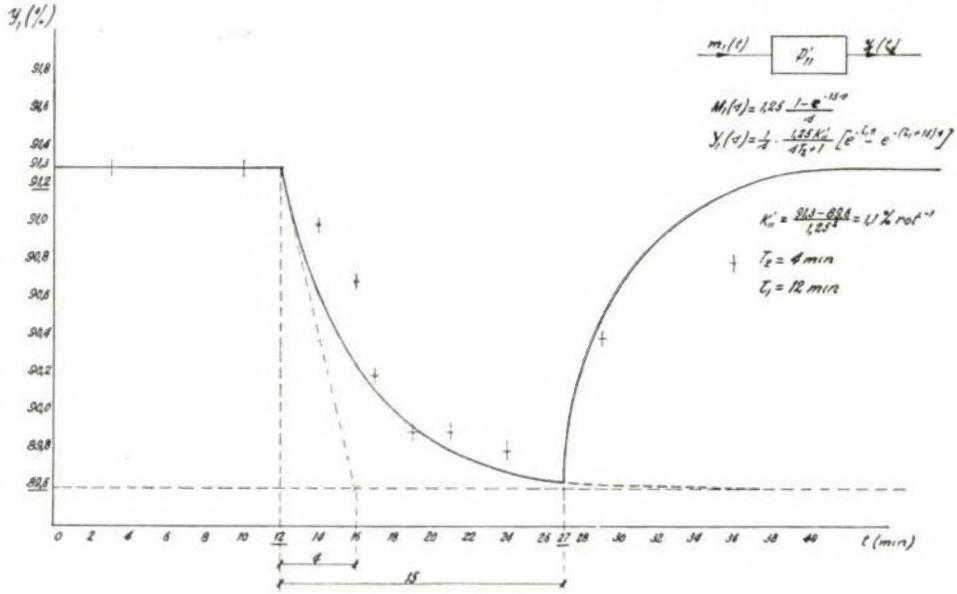
$K'_{33} = 0{,}55\%\ rot^{-1}$

$K'_{33}K'_3 = 0{,}55\%\ rot^{-1}$

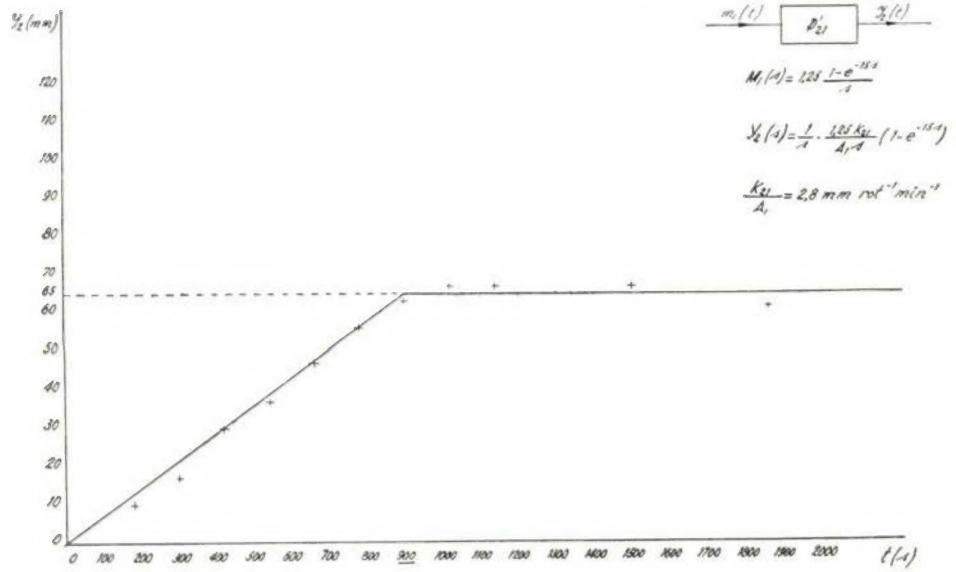
ENSAIO Nº3 - GRÁFICO 3.4A

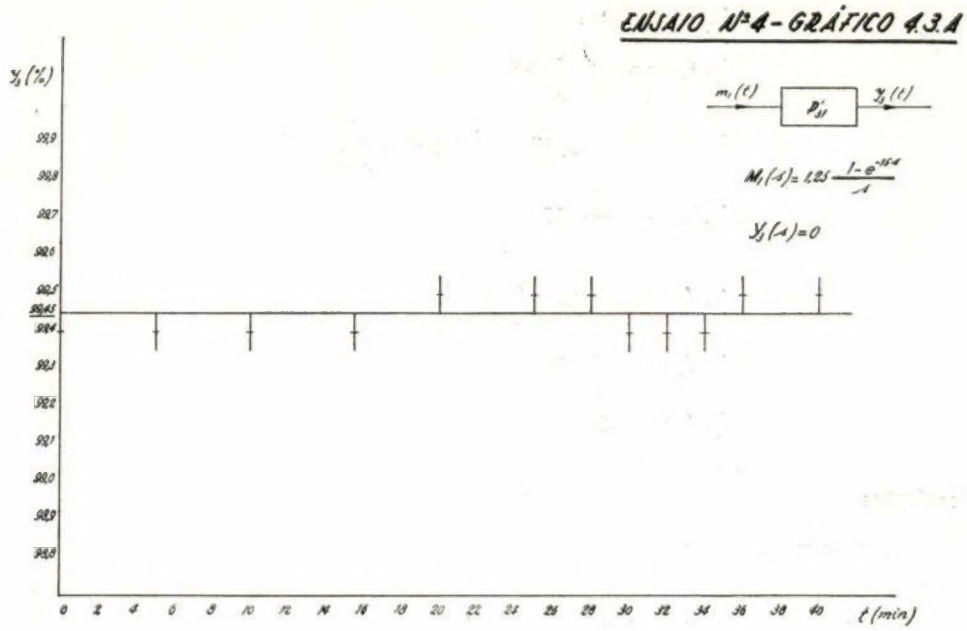


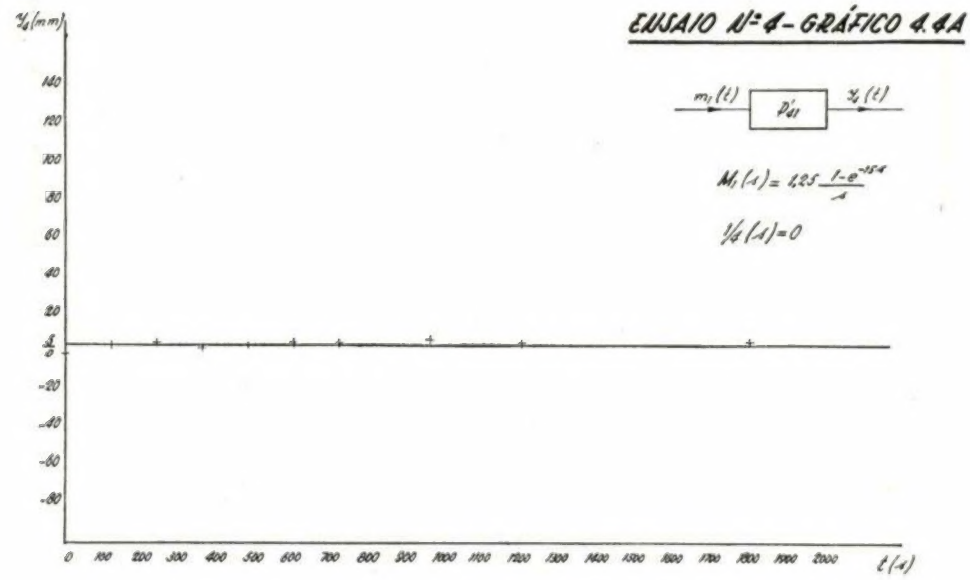
ENSAIO Nº4 - GRÁFICO 4.1A



ENSAIO Nº4 - GRÁFICO 4.2A







Posto isto e por análise dos gráficos 1.1 A a 4.4 A, resultaram os seguintes valores para os elementos da matriz (35) :

$$P'_{12}(s) = 1,80\ e^{-12s}$$

$$P'_{22}(s) = \frac{1}{s}\ 47$$

$$P'_{32}(s) = 0,25\ e^{-18s}$$

$$P'_{42}(s) = -\frac{1}{s}\ 47$$

$$P'_{14}(s) = 0$$

$$P'_{24}(s) = 0$$

$$P'_{34}(s) = 0$$

$$P'_{44}(s) = -\frac{1}{s}\ 43$$

$$P'_{43}(s) = 0$$

$$P'_{23}(s) = -\frac{1}{s}\,85$$

$$P'_{33}(s) = -\,0{,}55\,e^{-6s}\left(1 + \frac{e^{-6s}}{4s+1}\right)$$

$$P'_{43}(s) = \frac{1}{s}\,85$$

$$P'_{41}(s) = -1{,}10\,\frac{e^{-12s}}{4s+1}$$

$$P'_{21}(s) = \frac{1}{s}\,3$$

$$P'_{31}(s) = 0$$

$$P'_{41}(s) = 0$$

3.1.5 Conclusões

Obtemos assim a expressão:

$$P'(s) = \begin{bmatrix} -1{,}10\,\dfrac{e^{-12s}}{4s+1} & 1{,}80\,e^{-12s} & 0 & 0 \\ \dfrac{1}{s}\,3 & -\dfrac{1}{s}\,47 & -\dfrac{1}{s}\,85 & 0 \\ 0 & 0{,}25\,e^{-18s} & -\,0{,}55\,e^{-6s}\left(1 + \dfrac{e^{-6s}}{4s+1}\right) & 0 \\ 0 & -\dfrac{1}{s}\,47 & \dfrac{1}{s}\,85 & -\dfrac{1}{s}\,43 \end{bmatrix} \qquad (44)$$

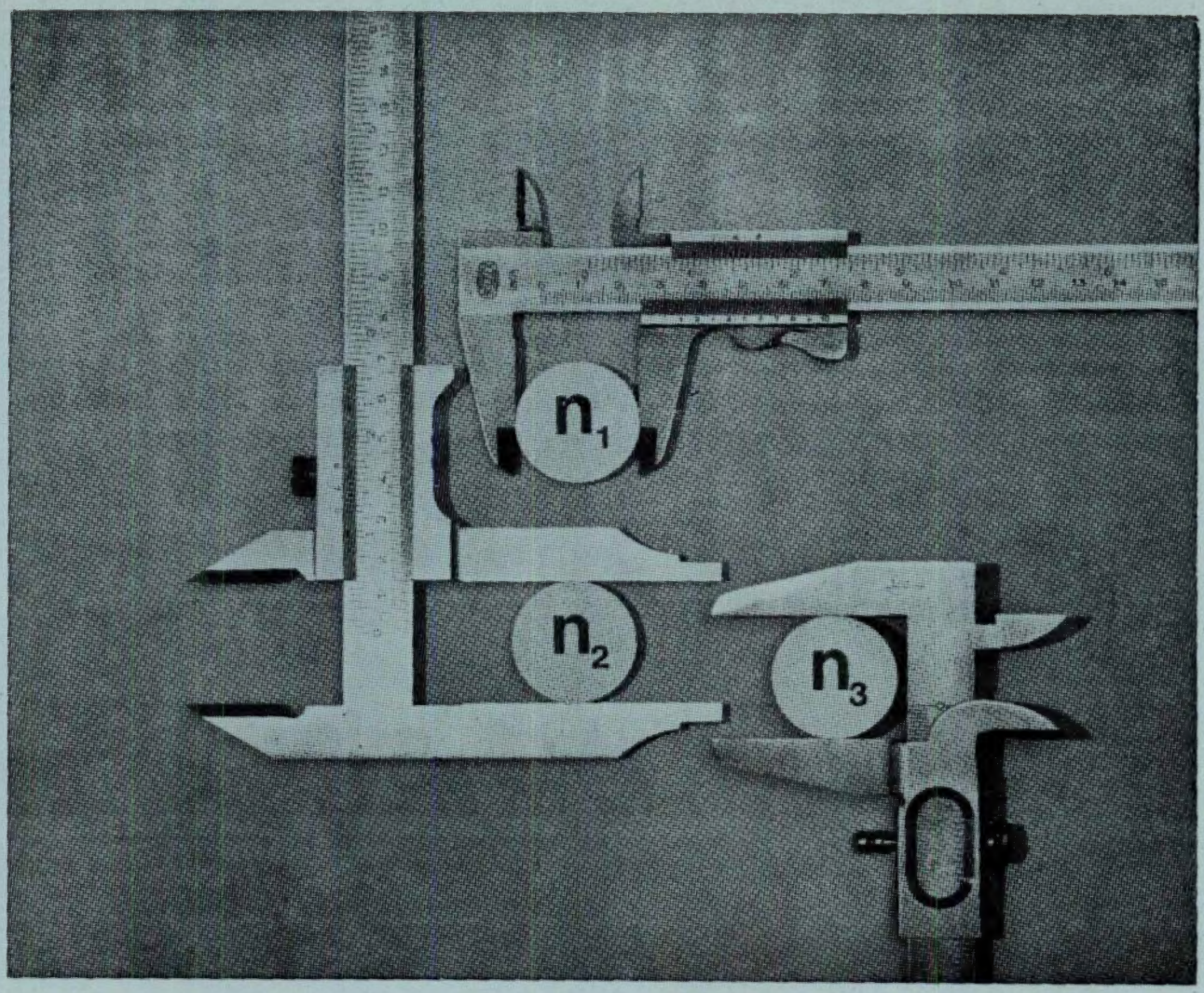
que constitue a matriz procurada $P'(s)$.

Note-se, contudo, que os atrazos t_1 e t_2, introduzidos pelas equações (20) e (20')*, foram considerados pelo facto dos instrumentos de medida das concentrações y_1 e y_3 estarem instalados nas entradas das torres de secagem e absorção. Como, porém, y_1 e y_2 ficam determinadas ainda antes dos refrigerantes Rf_1 e Rf_2 (v. figuras 13 e 14), vamos prever a colocação dos instrumentos de medida, para efeitos de controle, imediatamente a seguir aos nós N_1 e N_3. Antecipamos, assim, em 12 e 6 minutos, respectivamente, o conhecimento de y_1 e y_2 o que é benéfico para a qualidade do controle. A matriz (44) tem, nestas condições, a seguinte expressão:

$$P'(s) = \begin{bmatrix} -\dfrac{1{,}10}{4s+1} & 1{,}80 & 0 & 0 \\ \dfrac{3}{s} & \dfrac{47}{3} & -\dfrac{85}{s} & 0 \\ 0 & 0{,}25\,e^{-12s} & -0{,}55\left(1 + \dfrac{e^{-6s}}{4s+1}\right) & 0 \\ 0 & -\dfrac{47}{s} & \dfrac{85}{s} & -\dfrac{43}{s} \end{bmatrix} \qquad (45)$$

*) $Y_3(s) = e^{-t_2 s}\,Y_{3N_3}(s)$ (20')

(Continua)



ALTA PRECISÃO NA REGULAÇÃO:

melhor qualidade do produto
maior êxito nas vendas

Os mercados actuais exigem cada vez mais dos seus produtos. Para fazer face a este ditame, V. necessita – acima de tudo – de um equipamento eléctrico de confiança. Este, por sua vez, terá de reunir condições excepcionais, afim de poder preencher as necessidades imperiosas e crescentes da indústria moderna. Solucionar problemas de regulação, é uma das inúmeras tarefas dos engenheiros e projectistas da AEG.

A sua longa experiência, aliada às volumosas possibilidades técnicas da empresa, tem garantido aos seus clientes os melhores resultados: melhor qualidade do produto, consequentemente maior êxito nas vendas.

Exponha-nos o seu problema, pois que teremos muito gosto em colaborar na sua solução.

dist. Belarte

AEG

LUSITANA DE ELECTRICIDADE, SARL

LISBOA **PORTO**

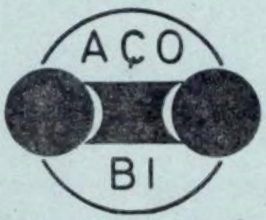
Companhia Portuguesa de Trefilaria

S. A. R. L.

ARMADURAS PRÉ-FABRICADAS **MALHASOL**

Tensão de segurança 3.000 Kgf / cm²

AÇO BI



Tensão de segurança 4.000 Kgf / cm²

AÇOS DE ALTA RESISTÊNCIA PARA BETÃO ARMADO

que pela eficiência técnica e económica e que conduzem, são um indispensável elemento na moderna construção civil

Para qualquer obra em betão armado consulte:

DIAL — GABINETE TÉCNICO

R. DO INSTITUTO INDUSTRIAL, 18-1.º Dt.º

TELEFONES 671224/5 e 673785 - LISBOA

SONDAGENS RÓDIO, L.DA

LISBOA

RUA DE S. BENTO, 644-3.º

Telefones: 68 80 96/7/8 ✦ Telegramas: **SETANSOL**

RÓDIO

SONDAGENS GEOLÓGICAS
ESTUDOS GEOTÉCNICOS
ESTACAS GUNITA
CAPTAÇÃO DE ÁGUAS
CONGELAÇÃO DO TERRENO
IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS HIDRÁULICAS
CONSOLIDAÇÃO DE FUNDAÇÕES
ABAIXAMENTO DO LENÇOL DE ÁGUA

—//—

Engenheiro Consultor: **Walter Weyermann**

CONSTRUÇÕES PRÉ-FABRICADAS 100% RECUPERÁVEIS

CASAS DE HABITAÇÃO
POUSADAS • MOTÉIS • ESCOLAS
ENFERMARIAS • IGREJAS • CASERNAS
HOSPITAIS • ARMAZÉNS

ESTRUTURAS METÁLICAS
DE GRANDES DIMENSÕES

ANDAIMES • PAVILHÕES • COBERTURAS

ALUGUER E VENDA

ESCODEL

UMA CERTEZA DO PRESENTE,
COM A TÉCNICA DO PASSADO

SEDE: R. FERREIRA LAPA, 42, 1.º D.

TELEF. 553123 — LISBOA

FÁBRICA — QUEIJAS

VIDA ESCOLAR E ASSOCIATIVA

C. D. U. 621.391

INTRODUÇÃO AOS SISTEMAS DIGITAIS (*)

por LUÍS VICENTE
Engenheiro Especialista
do Laboratório Nacional
de Engenharia Civil

RESUMO

Após uma breve introdução em que se apresentam, com generalidade, as potencialidades dos sistemas digitais, dá-se conta de alguns dos códigos mais utilizados por aqueles sistemas. Os códigos de correlação especial, descritos no fim, revestem-se de grande interesse nas comunicações espaciais.

1 — SISTEMAS DIGITAIS

Perante o conjunto (M) de mensagens características duma fonte de informação, diferentes atitudes se podem tomar. Na generalidade, o que se pretende é tornar explícita a correspondência entre cada elemento de (M) e um elemento dum outro conjunto (R), criando-se nova fonte de informação caracterizada por esse último conjunto.

Consideremos um sistema físico capaz de «materializar» a função:

$$R = f(M)$$

onde R é a resposta do sistema a M.

No caso dum *computador universal*, M pode ser um conjunto de números e de instruções sobre a maneira como esses números devem ser combinados aritmèticamente. R é o conjunto pretendido de soluções.

Para um *sistema de transmissão*, M é, por exemplo, um conjunto de valores de grandezas físicas que se observam num dado local. R é a reprodução desses valores noutro local.

Um *sistema de memorização* recebe M numa dada época. R é a reprodução de M numa época posterior.

Num *sistema de automação industrial*, M é um conjunto de especificações. R é o conjunto de reacções da instalação que conduzem à produção duma peça que satisfaz essas especificações.

Toda a actividade humana se reveste deste conceito de transformação. No seu processamento, cabe ao sistema físico, à máquina, tudo o que é rotina. O homem só actua perante novas situações.

As mensagens M devem ser traduzidas para a linguagem mais conveniente ao sistema a que se destinam. Seja X a representação de M nessa nova linguagem. A este processo de transformar M em X chama-se *codificação*. *Codificador* é o dispositivo que realiza essa operação.

O sistema fará então corresponder a cada elemento de (X) um elemento dum novo conjunto (Y), da mesma linguagem. A «retroversão» de cada elemento de (Y) será o pretendido elemento de (R). A este processo de «retroversão» chama-se *descodificação*. *Descodificador* é o dispositivo que o executa.

Quando X é função contínua de M, a transformação diz-se *analógica*. Se X tem uma constituição discreta, sendo representado por um conjunto ordenado de símbolos, a transformação é *digital*.

(*) Este artigo reproduz, a primeira duma série de três conferências realizadas no I.S.T. em Janeiro de 1967 e promovidas pela Secção Pedagógica da AEIST com a colaboração do 5.º ano do curso de Electricidade.

Dada a extensão do assunto, o objectivo destas conferências foi apenas proporcionar uma ideia da essência do problema, fazer sentir a sua ambiência e potencialidade e estimular o entusiasmo dos alunos a aprofundá-lo.

Os processos digitais têm-se desenvolvido espectacularmente nos últimos anos, pelas seguintes razões:

a) São os que permitem explorar mais eficientemente a capacidade de informação dos meios de transmissão.

b) Os dispositivos digitais não têm problemas de calibração e podem ser projectados e agrupados para realizarem operações tão complexas que seriam completamente impossíveis por qualquer outro processo.

c) Os progressos no domínio dos componentes para circuitos digitais têm sido enormes sob os pontos de vista de segurança, rapidez e miniaturização.

É pois dos processos digitais que vamos tratar. Eles envolvem:

- Codificação de cada elemento de (M) num elemento de (X).
- Obtenção da função $Y = F(X)$, transformada de $R = f(M)$.
- Descodificação de cada elemento de (Y) num elemento de (R).

Podemos então esquematizar estas operações do seguinte modo:

$$\begin{array}{ccc} R & = & f(M) \\ \uparrow & & \downarrow \downarrow \\ Y & = & F(X) \end{array}$$

Na figura 1.1 representamos o sistema digital que as materializa.

As partes constituintes de cada mensagem M podem ordenar-se no espaço e apresentarem-se simultâneamente em vários pontos de entrada do sistema, ou ordenar-se no tempo, apresentando-se num único ponto. O mesmo se passa no que respeita à maneira como se ordenam X, Y e R nos seus próprios domínios. No primeiro caso, a operação do sistema é *paralela*. No segundo, *série*. Em geral os sistemas são mistos, compreendendo órgãos de operação paralela e órgãos de operação série.

A operação série é naturalmente mais lenta. Em contrapartida, contribui para uma grande simplificação do sistema, partilhando-se o tempo de operação de cada dispositivo pelas diversas partes da mensagem, eliminando-se a necessidade de um dispositivo para cada uma delas. Mas, em geral, a solução é função da totalidade da mensagem. Então o sistema necessita da presença duma tradução total da mensagem ou, pelo menos, dos resultados parciais obtidos à custa duma parte da mensagem já apresentada à entrada. Essa presença é a *memória* do sistema de processamento. À parte activa deste sistema chamaremos *circuito digital*.

O esquema apresentado (Fig. 1.2) é apenas funcional. Orgânicamente há, em geral, interpenetração dos diferentes blocos.

Fig. 1.1 — Sistema digital

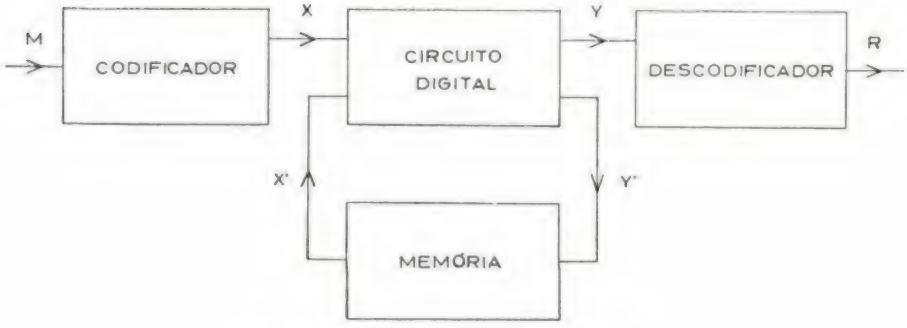


Fig. 1.2 — Sistema digital com memória

2 — CODIFICAÇÃO

2.1 — Definições gerais

Dada uma fonte de informação caracterizada por m mensagens:

$$M_1 \; M_2 \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; M_i \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; M_m$$

e dado um conjunto de b símbolos, *alfabeto*:

$$s_1 \; s_2 \; . \; . \; . \; . \; s_j \; . \; . \; . \; . \; s_b$$

façamos corresponder a cada uma das mensagens M_i um arranjo diferente X_i destes símbolos:

$$\begin{array}{lll}
M_1 \longrightarrow X_1) & & s_1 \; s_2 \; s_2 \; s_3 \; s_4 \\
M_2 \longrightarrow X_2) & & s_1 \; s_1 \; s_4 \; s_1 \\
. \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . & & \\
M_i \longrightarrow X_i) & & s_2 \; s_3 \; s_1 \; s_4 \; s_2 \\
. \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; , \; . \; . \; . \; . \; . & & \\
M_m \longrightarrow X_m) & & s_3 \; s_3 \; s_1
\end{array}$$

A esta lei de correspondência chama-se *código*.

Cada arranjo de símbolos é uma *palavra*.

Ao número b de símbolos distintos utilizados chama-se *valência*.

Ao número n de símbolos existentes numa palavra chama-se *extensão* dessa palavra. Por exemplo: a extensão da palavra X_2 do código anterior é 4.

Normalmente admite-se que as mensagens são equiprováveis e formam-se códigos em que todas as palavras têm a mesma extensão n. Neste caso, o número máximo de palavras que é possível formar (arranjos, com repetição, de b objectos n a n) será b^n.

Então vem sempre:

$$m \leqslant b^n$$

ou

$$n \geqslant \frac{\log m}{\log b} \qquad \text{e} \qquad n_{min} = \frac{\log m}{\log b}$$

Entropia é a quantidade média de informação por símbolo. Para uma palavra tem-se:

$$Q = -\log \frac{1}{m} = \log m$$

A entropia é então:

$$H = \frac{1}{n} \log m$$

O valor máximo de H corresponde assim ao valor mínimo de n:

$$H_{max} = \frac{1}{n_{min}} \log m = \frac{\log b}{\log m} \log m = \log b \; (*)$$

Em geral define-se *redundância* pela relação:

$$R = \frac{H_{max} - H}{H_{max}}$$

Se as mensagens são equiprováveis a redundância é uma característica do código. No caso de todas as palavras terem igual extensão vem:

$$R = \frac{n - n_{min}}{n}$$

Resulta daqui que quando a extensão das palavras é mínima ($n = n_{min}$) a redundância é nula ($R = 0$). Quando a extensão tende para infinito, a redundância tende para 1.

Num código *redundante* ($R > 0$), o número de símbolos por palavra é superior ao estrictamente necessário. Compreende-se que, neste caso, a destruição dum símbolo pelo ruído não afecta tanto a inteligibilidade como afectaria num código irredundante ($R = 0$). A redundância constitui pois um modo de reduzir o efeito do ruído.

2.2 — Formação dos códigos

Dado um alfabeto de b símbolos formam-se b^n palavras distintas de extensão n. O número de maneiras como essas b^n palavras se ordenam é igual ao número de permutações $(b^n)!$. Podem assim formar-se $(b^n)!$ códigos diferentes.

Passaremos a representar toda a fonte de informação por uma matriz coluna, cujos elementos são as mensagens.

O código será representado pela matriz que se obtém substituindo, na anterior, cada elemento (mensagem) pela correspondente palavra. O número de colunas será igual à extensão n das palavras. O número de linhas será igual ao número m de mensagens.

Pode obter-se um novo código, a partir dum código dado, trocando duas linhas, ou duas colunas, ou dois símbolos.

(*) A base dos logarítmos subentende-se 2.

2.3 — Códigos ponderados e não ponderados

Os códigos dizem-se ponderados quando cada símbolo tem um significado quantitativo que depende da coluna em que se encontra. São exemplos de códigos ponderados os sistemas de numeração.

A linguagem escrita é um código não ponderado.

3 — CÓDIGOS BINÁRIOS

3.1 — Interesse

Os códigos binários são códigos de valência 2.

A sua aplicação aos sistemas digitais reveste-se de especial interesse. Nestes sistemas estabelece-se uma correspondência entre os símbolos e os estados físicos dos dispositivos que materializam esses símbolos. Um dispositivo é tanto mais simples quanto menor o número de estados físicos que deve assumir. Por isso se utilizam os códigos binários.

Os símbolos normalmente adoptados são 0 e 1.

3.2 — Código binário natural

Podem formar-se vários códigos ponderados, conforme o peso que se atribui às diferentes colunas. O código binário natural é um código ponderado. Corresponde ao sistema de numeração de base 2, em que os pesos são sucessivamente:

$$2^{n-1}\ 2^{n-2}\ \ldots\ldots\ 2^2\ 2^1\ 2^0$$

Assim, para $n = 3$ tem-se:

pesos 4 2 1

0		0 0 0
1		0 0 1
2		0 1 0
3	⟶	0 1 1
4		1 0 0
5		1 0 1
6		1 1 0
7		1 1 1

Note-se que, em cada coluna, os símbolos sucedem-se pela ordem natural (0,1), repetindo-se um número de vezes igual ao peso da coluna.

3.3 — Códigos reflectidos

Se os símbolos de cada coluna se sucederem alternadamente pela ordem natural e pela ordem inversa (1,0), respeitando-se a anterior lei de repetição, obtém-se um novo código. Este código, não ponderado, que é uma permutação do código binário natural, designa-se por *código binário reflectido*:

0	0	0
0	0	1
0	1	1
0	1	0
1	1	0
1	1	1
1	0	1
1	0	0

Observe-se que linhas consecutivas são *adjacentes*, isto é, só diferem num símbolo. Esta propriedade de adjacência caracteriza os códigos *contínuos*. Se a primeira linha é adjacente da última o código diz-se *cíclico*. O código binário reflectido é contínuo e cíclico.

A partir dum código cíclico, pode formar-se outro código, também cíclico: trocando duas colunas ou trocando os símbolos 0 e 1 ou permutando circularmente as linhas.

A utilização destes códigos tem especial interesse nos *codificadores de posição* (Fig. 3.1). Estes são normalmente constituídos por escantilhões circulares cujas lâminas (de contactos) ou cujas aberturas (fotoeléctricos) estão circularmente dispostas segundo o código.

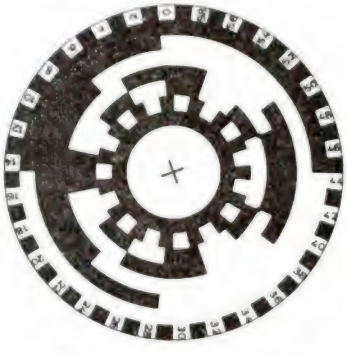


Fig. 3.1 — Escantilhão

Na passagem de duas palavras consecutivas é impossível uma transição simultânea de todos os

símbolos. Se o código utilizado é contínuo e cíclico essa transição apenas implica a mudança dum símbolo, evitando-se a formação de falsas palavras.

Confronte-se o código binário natural de extensão igual a 4, por exemplo, com o respectivo código reflectido:

Natural	Reflectido	Eixos de simetria
peso... 8 4 2 1	«8 4 2 1»	Matrizes de ordem
0 0 0 0	0 0 0 0	
0 0 0 1	0 0 0 1	
0 0 1 0	0 0 1 1	← (2,4)
0 0 1 1	0 0 1 0	
0 1 0 0	0 1 1 0	← (4,4)
0 1 0 1	0 1 1 1	
0 1 1 0	0 1 0 1	← (2,4)
0 1 1 1	0 1 0 0	
1 0 0 0	1 1 0 0	← (8,4)
1 0 0 1	1 1 0 1	
1 0 1 0	1 1 1 1	← (2,4)
1 0 1 1	1 1 1 0	
1 1 0 0	1 0 1 0	← (4,4)
1 1 0 1	1 0 1 1	
1 1 1 0	1 0 0 1	← (2,4)
1 1 1 1	1 0 0 0	

Da sua lei de formação resulta o seguinte:

a) As primeiras colunas são iguais.

b) Cada símbolo do código reflectido é igual ou diferente do seu homólogo no código natural, conforme neste último, o símbolo da mesma linha e da coluna anterior é 0 ou 1.

Isto permite estabelecer as seguintes regras de conversão:

Natural → Reflectido — Cada símbolo do código reflectido é a soma módulo 2 dos símbolos homólogo e anterior do código natural (atribuindo-se aos símbolos o seu valor numérico usual). Por exemplo:

```
natural .... 1 1 0 1 1 1 0 0 1
               1 1 0 1 1 1 0 0
             ---------------
reflectido ... 1 0 1 1 0 0 1 0 1
```

Reflectido → Natural — Cada símbolo do código natural é a soma módulo 2 dos símbolos homólogo e anteriores do código reflectido. Exemplo (recíproco do anterior):

```
reflectido ... 1 0 1 1 0 0 1 0 1
                 1 0 1 1 0 0 1 0
                   1 0 1 1 0 0 1
                     1 0 1 1 0 0
                       1 0 1 1 0
                         1 0 1 1
                           1 0 1
                             1 0
                               1
               -------------------
natural .... 1 1 0 1 1 1 0 0 1
```

Uma propriedade de interesse do código reflectido é a seguinte:

— Se se agruparem sucessivas linhas em matrizes de ordem $(2^i, n)$, com $i = 1, 2, \ldots n-1$, para cada par de matrizes sucessivas e de igual ordem são adjacentes as linhas simétricas. Esta propriedade é importante para a formação de códigos cíclicos com qualquer número par de palavras. Também tem interesse na minimização de funções booleanas por métodos gráficos.

3.4 — Códigos décimais-binários

Os códigos binários que representam os algarismos do sistema de numeração decimal chamam-se códigos *decimais-binários*. São geralmente os códigos de ligação operador-máquina.

Como existem 10 algarismos, tem-se:

$$2^n \geqslant 10$$

É então suficiente fazer $n = 4$, pois $2^4 = 16$:

0		0 0 0 0
1		0 0 0 1
2		0 0 1 0
3		0 0 1 1
4		0 1 0 0
5	→	0 1 0 1
6		0 1 1 0
7		0 1 1 1
8		1 0 0 0
9		1 0 0 1

3.5 — Códigos detectores de erros

É usual aumentar-se a redundância do código acrescentando mais uma coluna (de paridade), de forma que o número de símbolos 1 em cada linha é sempre ímpar:

0		1 0 0 0 0
1		0 0 0 0 1
2		0 0 0 1 0
3		1 0 0 1 1
4		0 0 1 0 0
5	⟶	1 0 1 0 1
6		1 0 1 1 0
7		0 0 1 1 1
8		0 1 0 0 0
9		1 1 0 0 1

↑ coluna de paridade

Quando há um erro altera-se a paridade da linha respectiva, o que permite dar conta do referido erro.

Os restantes arranjos que se podem formar com 5 símbolos ($2^5 = 32$), são normalmente utilizados para codificar letras e sinais.

Estes códigos são os utilizados em fitas perfuradas.

3.6 — Códigos correctores de erros

Por vezes aumenta-se ainda mais a redundância do código possibilitando-se, além da detecção, também a correcção dos erros. Consideremos, por exemplo o método de «paridade cruzada».

Ao transmitir-se uma sucessão de palavras de informação intercalam-se periòdicamente palavras de «paridade» cujos símbolos são escolhidos de forma a tornar sempre ímpar o número de 1s em cada coluna. Desta forma cria-se um sistema de duas coordenadas que permite localizar o erro:

Coluna de paridade ⟶

1	0 0 1 1
0	0 1 1 1
0	0 0 1 0
1	0 0 0 0
1	1 0 0 1
0	0 1 0 0
0	0 1 1 1
0	0 1 1 1
1	0 0 1 1
Linha de paridade ⟶	1 0 1 1 1

4 — CÓDIGOS DE CORRELAÇÃO ESPECIAL

4.1 — Correlação

Façamos corresponder a cada palavra um vector dum espaço de n dimensões e cujos componentes são -1 ou 1, conforme os respectivos símbolos da palavra são 0 ou 1.

Chama-se correlação $\rho(x,y)$ de dois vectores a relação:

$$\rho(x,y) = \frac{1}{n} \sum_{1}^{n} x_i \, y_j$$

Trata-se pois do cociente do seu produto interno pelo número de dimensões.

Se compararmos símbolos homólogos de duas palavras, resultando dessa comparação:

A — n.º de concordâncias
D — n.º de discordâncias

tem-se igualmente:

$$\rho(x,y) = \frac{A - D}{A + D}$$

4.2 — Códigos transortogonais

Num código *transortogonal* a correlação de duas palavras distintas é sempre negativa.

Demonstra-se que o máximo de transortogonalidade se verifica para:

$\rho(x,y) = -\dfrac{1}{m-1}$ se m (n.º de palavras) é par

$\rho(x,y) = -\dfrac{1}{m}$ se m é ímpar.

Quando esta circunstância é atingida, o valor médio de todas as correlações é igual ao valor máximo e o código diz-se *simplex*.

4.3 — Códigos ortogonais

Um código diz-se *ortogonal* quando as correlações de palavras distintas são sempre nulas.

Quando o valor de m aumenta a transortogonalidade dos códigos transortogonais tende para zero e, portanto, pouca diferença fazem dos códigos ortogonais.

4.4 — Códigos biortogonais

Um código biortogonal resulta da associação dum ortogonal com o que se obtém multiplicando todos os vectores deste por -1.

4.5 — Matriz de Hadamard

A matriz de *Hadamard* constitui um processo de construção de códigos ortogonais.

É uma matriz quadrada cujos elementos são 1 e —1 e cujos vectores linha são mùtuamente ortogonais, verificando-se a mesma propriedade com os vectores coluna.

Obtém-se nova matriz de Hadamard:

a) Trocando duas linhas, ou
b) Trocando duas colunas, ou
c) Mudando o sinal duma linha, ou
d) Mudando o sinal duma coluna

Matriz *negativa* duma matriz dada é a que se obtém multiplicando todos os elementos desta por —1.

Dadas duas matrizes de Hadamard H_1 e H_2 de ordens respectivamente n_1 e n_2, pode formar-se uma outra matriz de Hadamard de ordem $n_1 \times n_2$, substituindo cada elemento de H_1 por H_2 ou $-H_2$, conforme esse elemento é 1 ou —1.

Com efeito, seja:

$$H_1 = H_2 = \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{vmatrix}$$ Obtém-se então:

$$H_3 = \left|\begin{array}{cc|cc} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ \hline 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{array}\right|$$

Aplicando agora a mesma regra a H_1 e H_3, vem:

$$H_4 = \left|\begin{array}{cccc|cccc} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 & 1 \\ \hline 1 & 1 & 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & -1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 & -1 & 1 & 1 & -1 \end{array}\right|$$

O código biortogonal correspondente é o seguinte:

$$\left.\begin{array}{c} \left|\begin{array}{cccccccc} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{array}\right| \\ \\ \left|\begin{array}{cccccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{array}\right| \end{array}\right\} \text{Ortogonal}$$

4.6 — Detecção de sinais na presença de ruído

Prova-se que sistemas utilizando códigos do tipo descrito anteriormente, isto é, de correlação nula ou negativa, aproximam-se do sistema ideal de Shannon quando o número de símbolos por palavra tende para infinito. Estes códigos têm sido utilizados nos sistemas de transmissão de sondas espaciais.

Para a emissão (Fig. 4.1), dispõe-se dum codificador que relaciona cada mensagem com uma palavra de código. Segue-se-lhe um selector de nível que transforma os símbolos 1 e 0 em dois valores de tensão eléctrica simétricos. O sinal resultante vai modular o emissor.

O sistema de recepção encontra-se esquematizado na figura 4.2. Após a desmodulação obtém-se um sinal y (t) que corresponde a uma mistura de ruído gaussiano com uma sucessão de palavras cujos símbolos estão materializados por dois valores simétricos de tensão eléctrica

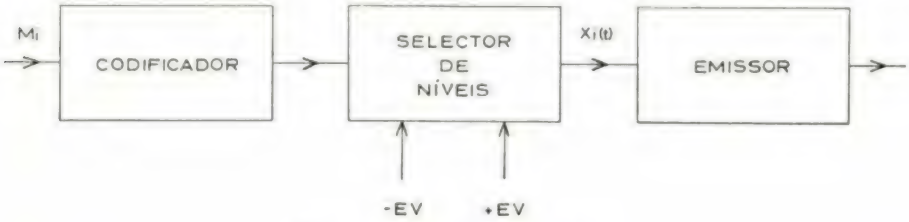


Fig. 4.1 — Sistema de emissão

Durante o período T, correspondente à recepção de cada palavra, correlaciona-se o sinal recebido com cada uma de todas as palavras do código.

No fim do tempo T, o valor do sinal à saída de cada integrador (inicialmente descarregado) é proporcional a:

$$\frac{1}{T}\int_0^T \left[X_i\ (t) + n\ (t) \right] .\ X_j\ (t)\ dt$$

$$= \frac{1}{T}\int^T X_i\ (t)\ X_j\ (t)\ dt + \frac{1}{T}\int_0^T n\ (t)\ X_j\ (t)\ dt$$

sinal de saída. A probabilidade de erro, que depende da probabilidade de ser:

$$\left| \frac{1}{T}\int_0^T n\ (t)\ X_j\ \ t)\ dt \right| > \frac{1}{2}\ \text{volt}^2$$

é função decrescente de T.

Para que tudo isto seja válido deve pressupor-se, evidentemente, que a detecção é síncrona.

Muitos sistemas utilizados são estruturalmente diferentes do modelo apresentado. No entanto, o fundamento é o mesmo.

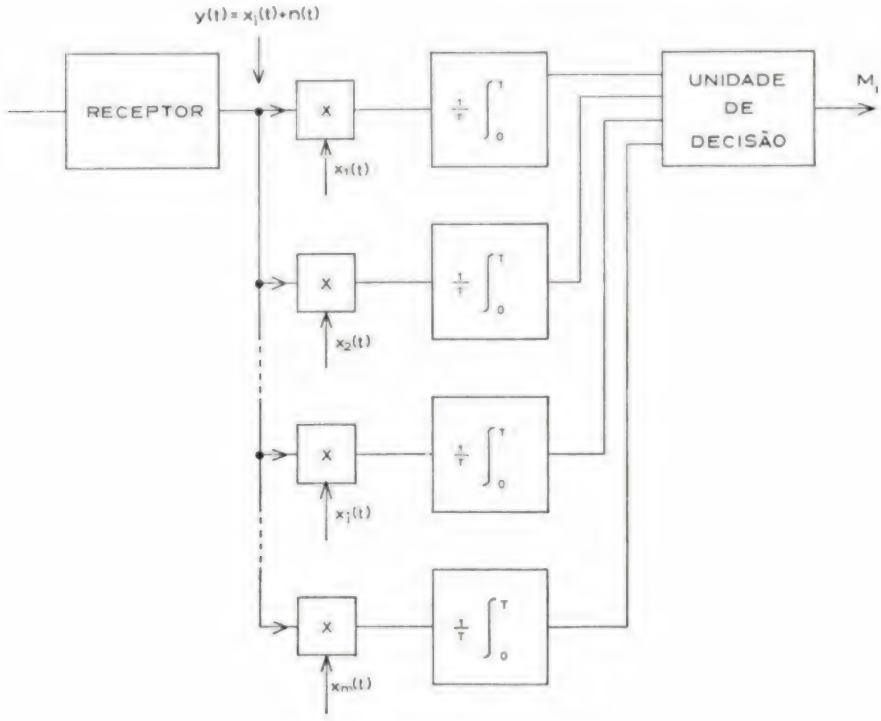


Fig. 4.2 — Sistema de recepção

Admitamos que $X_i\ (t) = \pm\ 1$ volt
e $X_j\ (t) = \pm\ 1$ volt

O valor do primeiro integral será:

$$= 1\ \text{volt}^2 \quad \text{se} \quad i = j$$
$$< 0\ \text{volt}^2 \quad \text{se} \quad i \neq j$$

A palavra recebida interpretar-se-á como sendo a que corresponde ao correlador de mais elevado

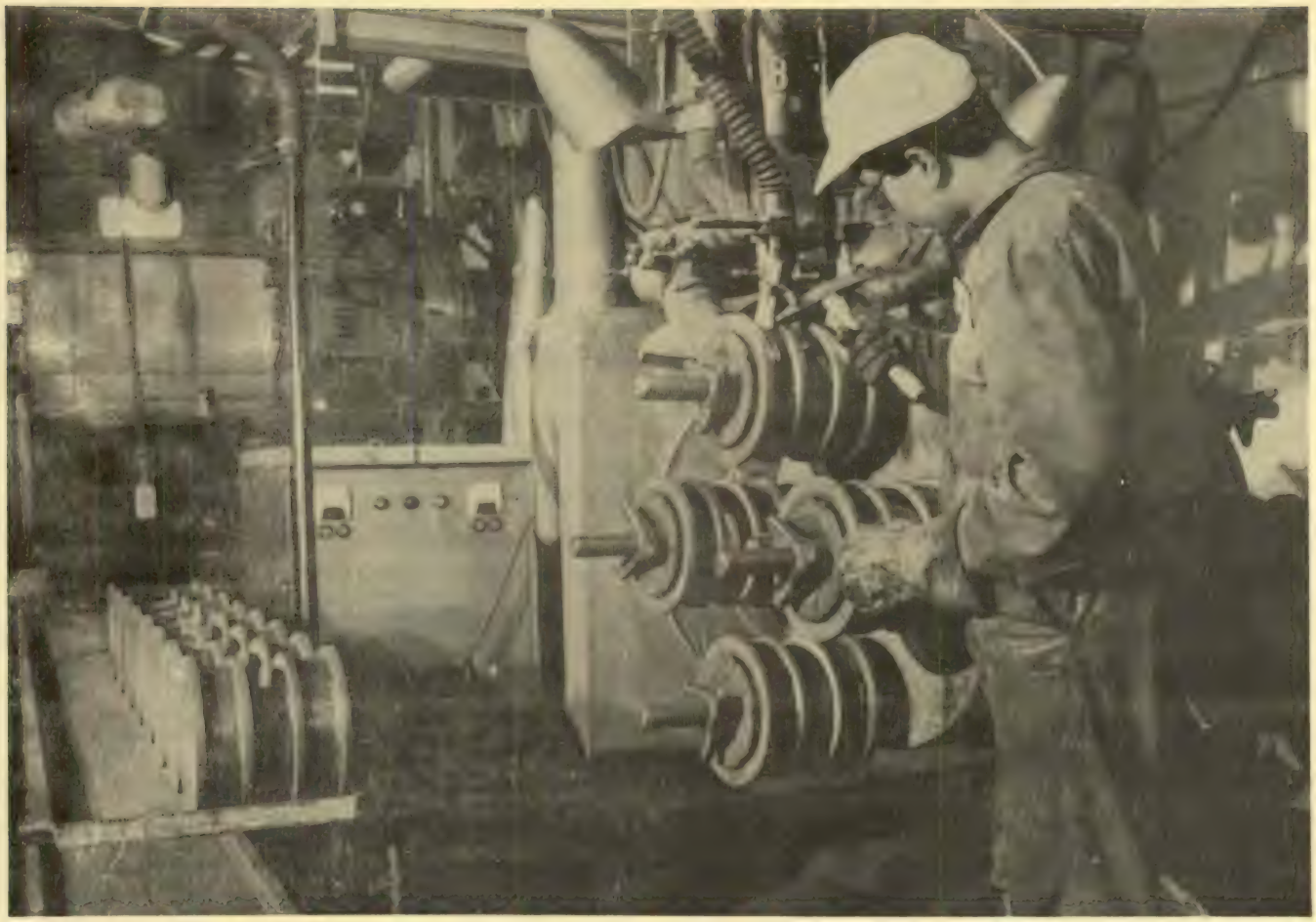
BIBIOGRAFIA

Coulomb, Baumert, Easterling, Stiffer, Viterbi — Digital Communications With Space Applications — Prentice-Hall EE Series — 1964.

Robert S. Ledley — Digital Computers and Control Engineering — Mc. Graw-Hill — 1960.

H. Soubies-Camy — Les Techniques Binaires et le Traitement de l'Information — Dunod — 1959.

P. Naslin — Circuits Logiques et Automatismes à Séquences — Dunod — 1965.



O SERVIÇO ESPECIAL DE INSPECÇÃO AOS RASTOS

DA S.T.E.T.

REDUZ AS DESPESAS COM O MATERIAL RODANTE DO SEU EQUIPAMENTO CATERPILLAR.
Para reduzir essas despesas o Serviço Especial de Inspecção aos Rastos utiliza vários processos. As inspecções periódicas permitem descobrir com antecedência as eventuais avarias, evitando as despesas maiores, determinar a altura mais conveniente para assistência e também avaliar o limite de desgaste dos componentes dos rastos. A reconstrução perfeita é outro processo pelo qual se confere às peças gastas uma duração adicional de 80 a 90 % — por metade do custo das peças novas.
Dispomos de um «stock» completo de peças novas, muitas delas destinadas a condições especiais de terreno e de trabalho, o que se traduz em menores tempos de imobilização das máquinas e maior duração das mesmas.
Permita que um dos nossos representantes lhe mostre as vantagens do Serviço Especial de Inspecção aos Rastos. *Utilizando-o protegerá o seu investimento em máquinas Caterpillar.*

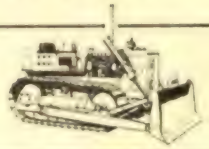
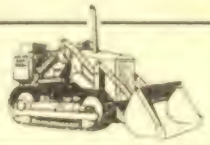
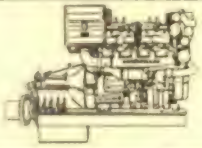
S.T.E.T.

SOCIEDADE TÉCNICA DE EQUIPAMENTOS E TRACTORES, S. A. R. L.

PRIOR VELHO (SACAVÉM) · PORTO · BEJA

Caterpillar e Cat são marcas registadas de Caterpillar Tractor Co.

▪ A mais completa linha de equipamentos para terraplenagem...
▪ A mais completa linha de motores Diesel...

TRACTORES DE RASTO	6 modelos de 65 a 385 HP ao volante	
MOTONIVELADORAS	6 modelos de 80 a 222 HP ao volante	
MOTORSCRAPERS	9 modelos de 300 a 900 HP ao volante	
BULLDOZERS DE RODAS	2 modelos de 300 a 400 HP ao volante	
PÁS CARREGADORAS DE RASTO	4 modelos de 60 a 150 HP ao volante	
PÁS CARREGADORAS DE RODAS	6 modelos de 80 a 300 HP ao volante	
CAMIÃO DE ESTALEIRO	400 HP ao volante	
MOTORES MARÍTIMOS	19 modelos de 45 a 1 125 HP	
MOTORES INDUSTRIAIS	18 " " 70 a 1 125 HP	
GRUPOS ELECTROGÉNEOS	19 " " 31 a 812 KVA	
MOTORES PARA CAMIÃO	7 " " 145 a 375 HP	

À
S.T.E.T.
Apartado 1351 – Lisboa

TEC

Desejo receber (SEM COMPROMISSO DA MINHA PARTE):

- ☐ Literatura sobre equipamentos **CATERPILLAR**
  Indicar os modelos _____
- ☐ Literatura sobre motores **CATERPILLAR**
  Indicar os modelos _____
- ☐ A visita de um Delegado de Vendas

NOME OU FIRMA _____
PROFISSÃO OU ACTIVIDADE _____
ENDEREÇO _____
_____

CATERPILLAR

Caterpillar, Cat e Traxcavator são Marcas Registadas da Caterpillar Tractor Co.

RECORTE ESTE CUPÃO
E ENVIE-O À S.T.E.T.
SEM DEMORA

S.T.E.T

SOCIEDADE TÉCNICA DE EQUIPAMENTOS E TRACTORES, S. A. R. L.
PRIOR VELHO (SACAVÉM) • PORTO • BEJA

C. D. U. 519.4 : 54

ALGUMAS APLICAÇÕES DA TEORIA DOS GRUPOS À QUÍMICA

(Conclusão)

por J. C. GONÇALVES CALADO
Assistente do I.S.T.
Assistente da C.E.E N. (I.A.C.)

II. HIBRIDAÇÃO DE ORBITAIS ATÓMICAS

II.1 — Decomposição das Representações Redutíveis

Em certos problemas químicos — e a hibridação de orbitais constitui um exemplo bastante elucidativo — as representações redutíveis dos grupos de simetria desempenham um papel importante dado o significado imediato de que se revestem. Convém, portanto, encarar mais de perto o processo de decomposição das representações redutíveis, isto é, estabelecer uma relação quantitativa entre uma representação redutível e as representações irredutíveis que a compõem.

Seja χ_k (R) o traço da matriz correspondente à operação de simetria R na representação redutível Γ_k. Vimos em I.4. que é possível, aplicando transformações de semelhança, mudar esta matriz numa outra constituída por blocos quadrados ao longo da diagonal, matrizes de traço χ_{kl} (R). Simbòlicamente podemos representar este processo de decomposição por

$$\Gamma_k = a_{k1}\,\Gamma_{k1} + a_{k2}\,\Gamma_{k2} + \ldots$$

sendo $\Gamma_{k1}, \Gamma_{k2}, \ldots,$ as representações redutíveis.

É fácil mostrar que o traço da matriz não é alterado com a transformação de semelhança; nestas condições podemos escrever

$$\chi_k\,(R) = \sum_l a_{kl}\,\chi_{kl}\,(R)$$

visto que o traço da matriz final é a soma dos traços das sub-matrizes blocos. Os coeficientes inteiros a_{kl} representam o número de vezes que o bloco de traço χ_{kl} (R) — representação irredutível — aparece na matriz final; o seu cálculo não oferece dificuldades, basta multiplicar ambos os membros da relação anterior por χ_{kj} (R) e somar em R, variável das operações

$$\sum_R \chi_k\,(R)\,\chi_{kj}\,(R) = \sum_R \sum_l a_{kl}\,\chi_{kl}\,(R)\,\chi_{kj}\,(R)$$
$$= \sum_l \sum_R a_{kl}\,\chi_{kl}\,(R)\,\chi_{kj}\,(R)$$

Ora pelo teorema 5 é

$$\sum_R \chi_{kl}\,(R)\,\chi_{kj}\,(R) = h\,\delta_{lj}$$

donde

$$\sum_R \chi_k\,(R)\,\chi_{kj}\,(R) = \sum_l a_{kl}\,h\,\delta_{lj}$$

isto é,

$$\sum_R \chi_k\,(R)\,\chi_{kl}\,(R) = a_{kl}\,h$$

obtendo-se, finalmente,

$$a_{kl} = \frac{1}{h}\sum_R \chi_k\,(R)\,\chi_{kl}\,(R)$$

Podemos assim calcular fàcilmente os coeficientes a_{kl} que relacionam a representação redutível Γ_k com as representações irredutíveis Γ_{kl}, uma vez conhecidos os traços destas representações.

Consideremos, a título de exemplo, o caso do grupo de simetria D_{3h} e uma representação redutível deste grupo, abreviadamente designada por Γ

D_{3h}	E	$2C_3$	$3C_2$	σ_h	$2S_3$	$3\sigma_v$
Γ	3	0	1	3	0	1

O número de representações irredutíveis é 6, mas vamos ver que nem todas figuram na representação Γ. Como estamos a lidar com uma única representação redutível, podemos prescindir do índice k e escrever simplesmente

$$a_l = \frac{1}{h}\sum_R \chi\,(R)\,\chi_l\,(R)$$

Numerando as representações pela ordem por que aparecem na respectiva Tabela (Vid. II. 4.), temos

$$a_1 = \frac{1}{12}(3\times1+2\times0\times1+3\times1\times1+$$
$$+3\times1+2\times0\times1+3\times1\times1)$$

O somatório estende-se, evidentemente, a todas as operações de simetria e não apenas às classes.

$$A'_1) \qquad a_1 = \frac{1}{12}(3+3+3+3) = 1$$

$$A'_2) \qquad a_2 = \frac{1}{12}(3-3+3-3) = 0$$

$$E') \qquad a_3 = \frac{1}{12}(6+6) = 1$$

$$A''_1) \qquad a_4 = \frac{1}{12}(3+3-3-3) = 0$$

$$A''_2) \qquad a_5 = \frac{1}{12}(3-3-3+3) = 0$$

$$E'') \qquad a_6 = \frac{1}{12}(6-6) = 0$$

Concluímos portanto, que apenas as representações A'_1 e E' figuram na representação Γ, e cada uma uma só vez, isto é

$$\Gamma = A'_1 + E'$$

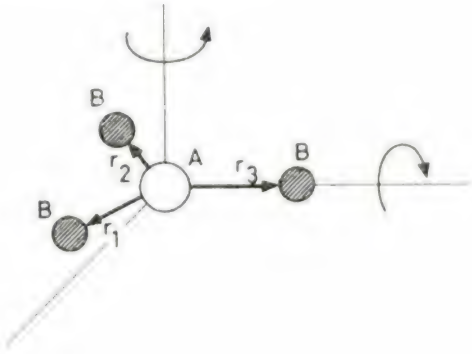
II. 2. — Um problema de hibridação de orbitais

Vamos ver agora como o conceito de orbital híbrida decorre naturalmente da utilização das representações redutíveis correspondentes a determinadas configurações espaciais. A questão que pretendemos resolver consiste em indagar quais são as orbitais atómicas puras que por possível combinação (em geral mais do que uma) vão originar conjuntos de orbitais híbridas com determinadas características de simetria.

Como veremos adiante, as orbitais híbridas estão para as representações redutíveis assim como as orbitais puras estão para as representações irredutíveis; por outras palavras, a hibridação de orbitais corresponde ao processo da combinação linear de representações irredutíveis para formar uma representação redutível. Portanto, na resolução do nosso problema temos de considerar duas partes: na primeira saber qual a representação redutível correspondente às orbitais híbridas que nos interessam, e na segunda decompor essa representação em representações irredutíveis, procurando depois as orbitais atómicas que são base destas representações.

Deve dizer-se, no entanto, que o tratamento matemático e físico do problema difere ligeiramente no caso de orbitais $-\sigma$ ou $-\pi$, devido ao aparecimento de planos nodais contendo o eixo internuclear, no último caso. Vamos apenas considerar, para esclarecer o assunto, alguns aspectos de hibridação de orbitais com formação de ligações $-\sigma$.

Suponhamos então o caso simples duma molécula AB_3 pertencendo ao grupo D_{3h}, por exemplo o *Trifluoreto de boro*. Como sabemos esta molécula tem estrutura plana, ocupando o átomo de boro o centro de triângulo.



É impossível conceber três orbitais equivalentes puras do átomo central apontando segundo os vértices dum triângulo; temos portanto de resolver o problema da simetria desta molécula com base numa hibridação de orbitais.

Consideremos então um sistema de 3 eixos coordenados rectangulares xyz centrado no átomo A, como indica a figura, e representemos esquemàticamente as três orbitais híbridas do átomo central por vectores r_1, r_2 e r_3. Vamos ver que estes três vectores constituem a base duma representação redutível do grupo de simetria D_{3h}. Para caracterizar essa representação não temos mais do que achar os traços das matrizes correspondentes às várias classes de simetria.

Para a operação identidade E o traço é evidentemente 3, igual ao número de vectores que constituem a base de representação. Para a operação C_3 suposta efectuada no sentido directo, temos as seguintes relações

0 vector r_1 muda em r_3
0 vector r_2 muda em r_1
0 vector r_3 muda em r_2

sendo a respectiva matriz de transformação

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

com traço nulo. Note-se, que neste caso, todos os vectores sofreram mudança de posição após a operação de simetria.

Nas rotações C_2 em torno de cada um dos eixos A — B, por exemplo o eixo em r_3, temos

r_1 muda em r_2
r_2 muda em r_1
r_3 muda em r_3

e portanto a matriz correspondente é

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

desta vez com traço igual a 1.

De modo análogo se mostrava que para as classes $2S_3$ e $3\sigma_v$ os traços das matrizes da representação eram 0 e 1.

Finalmente para a reflexão no plano da molécula, todos os vectores permanecem inalterados e o traço da matriz da transformação é 3.

Pode concluir-se agora, como regra geral, que o traço da matriz correspondente a uma dada classe de simetria é igual ao número de vectores que permanecem inalterados durante a execução de qualquer das operações de simetria pertencentes a essa classe.

Por consequência, este conjunto de 3 vectores r_1, r_2, r_3, (orbitais híbridas) é uma base da seguinte representação

D_{3h}	E	$2C_3$	$3C_2$	σ_h	$2S_3$	$3\sigma_v$
Γ	3	0	1	3	0	1

Trata-se precisamente da representação Γ que considerámos no número anterior, e que vimos ser uma sobreposição das representações irredutíveis A'_1 e E'

$$\Gamma = A'_1 + E'$$

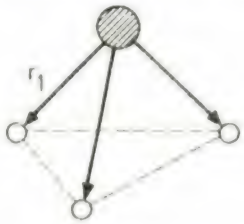
Isto significa que das três orbitais atómicas puras que se combinam para formar três orbitais híbridas equivalentes apontando segundo os vértices dum triângulo equilátero, uma tem simetria A'_1 e as duas restantes pertencem, em conjunto, à representação E'. Consultando a respectiva tabela verifica-se que à representação A'_1 apenas pertencem as orbitais atómicas — s (esfèricamente simétrica) e d_{z^2}, e à representação de 2.ª ordem E' os pares (p_x, p_y) e $(d_{x^2-y^2}, d_{xy})$. As combinações possíveis são portanto do tipo

$$sp^2,\ sd^2,\ dp^2 \text{ e } d^3$$

Teòricamente é impossível escolher qualquer destes modos de hibridação visto serem indiscerníveis do ponto de vista de simetria.

Portanto, além de na maior parte dos casos as ligações químicas corresponderem à coalescência, não de orbitais atómicas puras, mas de orbitais atómicas híbridas, sucede ainda que os esquemas de hibridação não são bem definidos, pois correspondem a uma combinação de vários tipos possíveis. Há, no entanto, considerações energéticas que favorecem certos esquemas em relação a outros. Nos elementos de número atómico baixo, como os da 1.ª linha do Quadro Periódico, é extremamente improvável a participação de orbitais — d porque isso implicaria uma energia muito maior. A menos que a diferença de energias seja compensada por uma forte energia de ligação (correspondente a um integral de sobreposição maior), a combinação deve dar-se de preferência com orbitais — p. Assim no caso do BF_3 devemos seleccionar quase exclusivamente a hibridação sp^2, mas no caso do trifluoreto de alumínio possìvelmente já intervêm os esquemas sd^2, dp^2 e mesmo d^3.

Outro exemplo curioso de moléculas com a mesma estequiometria é o do *amoníaco*, agora com estrutura piramidal, grupo C_{3v}.



Um estudo análogo levaria a estabelecer para representação correspondente ao conjunto dos 3 vectores r_1, r_2 e r_3 a seguinte

C_{3v}	E	$2C_3$	$3\sigma_v$
Γ	3	0	1

e o processo de decomposição habitual daria

$$\Gamma = A_1 + E$$

Em termos de orbitais atómicas será

$$A_1 \begin{cases} s \\ p_z \\ d_{z^2} \end{cases} \qquad E \begin{cases} (p_x, p_y) \\ (d_{x^2-y^2}, d_{xy}) \\ (d_{xz}, d_{yz}) \end{cases}$$

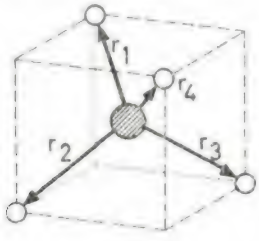
e entre as combinações mais prováveis surgem

$$sp^2 \quad e \quad p^3$$

Como a energia em ambos os casos deve ser semelhante, temos na realidade uma combinação destes dois tipos; o primeiro corresponde, como sabemos, a 3 orbitais híbridas complanares fazendo ângulos de 120° entre si, e o segundo corresponde às 3 orbitais — p mùtuamente ortogonais. Por consequência, as orbitais híbridas utilizadas pelo azoto na formação da molécula de amoníaco devem estar dirigidas segundo os vértices da base duma pirâmide triangular e fazer entre si ângulos obtusos menores que 120°.

Há, no entanto, um factor extra, essencial na discussão das propriedades estruturais do amoníaco, e que não foi tomado em consideração: a existência dum par electrónico não compartilhado, com carácter dirigido. Isto altera completamente as características de simetria do conjunto de orbitais híbridas do átomo central, e invalida, em parte, a discussão feita com base no grupo C_{3v}. Se distinguirmos, portanto, a simetria do conjunto de todas as orbitais híbridas do átomo central e a simetria da própria molécula, somos levados a fazer em paralelo uma nova discussão do problema em termos do grupo de simetria T_d. Veremos, no entanto, que as conclusões se mantêm essencialmente as mesmas.

Consideremos então um conjunto de 4 vectores $\mathbf{r}_1$, $\mathbf{r}_2$, $\mathbf{r}_3$, $\mathbf{r}_4$, dirigidos para os 4 vértices dum tetraedro.



No caso do NH_3 estas valências não estão todas utilizadas, mas o mesmo não acontece, por exemplo, com o *metano* CH_4

O estudo deste tipo de simetria conduz à seguinte representação redutível

Td	E	$8C_3$	$3C_2$	$6S_4$	$6\sigma_d$
	4	1	0	0	2

composta das seguintes representações irredutíveis

$$\Gamma = A_1 + T_2$$

Consultando a tabela do grupo T_d verifica-se que as combinações possíveis são

$$sp^3 \quad e \quad sd^3$$

mùtuamente indiscerníveis do ponto de vista de simetria. No caso do metano prevalece com certeza a hibridação sp^3, enquanto nos iões permanganato MnO_4^- e *cromato* CrO_4^{2-} deve predominar o conjunto sd^3. Os ângulos de valência são, em ambos os casos, ~ 109,5°.

Claro que a análise feita apenas nos dá os tipos e número de orbitais atómicas puras que se combinam para formar a orbital híbrida. A teoria dos grupos permite ainda obter com facilidade os coeficientes da combinação linear; tal estudo, que pode ser encontrado na bibliografia anexa, sai fora dos temas que nos propusemos tratar aqui.

III. ESPECTROS DE VIBRAÇÃO

III.1 — Generalidades sobre espectros de vibração

A experiência mostra e a teoria confirma que uma molécula pode perder ou ganhar energia interna de 3 maneiras diferentes:

(i) por mudança do estado de rotação global da molécula

(ii) por mudança do estado de vibração dos átomos da molécula

(iii) por variação da energia electrónica devido às transições dos electrões dumas orbitais moleculares para outras.

Todas estas formas de energia estão quantificadas e o mesmo acontece, aliás, com a energia

cinética ou externa; simplesmente neste último caso a diferença entre os níveis de energia é tão pequena nos exemplos correntes, que se pode pràticamente considerar que varia de maneira contínua.

Teòricamente não podemos em geral supor independentes os três tipos de energia interna, pois basta recordar que a acção de forças centrífugas, devidas ao movimento de rotação, vai certamente alterar o estado de vibração dos átomos. No entanto, para que a análise do problema possa prosseguir, costuma admitir-se em primeira aproximação essa independência, o que equivale a escrever o hamiltoniano global como uma soma de termos simples, correspondentes a cada um dos tipos de energia

$$H = H_{rot} + H_{vib} + H_{elec}$$

Sucede ainda que os níveis de energia electrónicas estão muito mais afastados que os níveis de energia vibracionais, e estes mais afastados que os níveis de energia rotacionais; como ordens de grandeza podemos fixar as seguintes:

$$\Delta E_{elec} \sim 100 \text{ kcal mole}^{-1}$$
$$\Delta E_{vib} \sim 5 \text{ kcal mole}^{-1}$$
$$\Delta E_{rot} \sim 0{,}01 \text{ kcal mole}^{-1}$$

Portanto, quando se dá uma transição electrónica há em geral mudança simultânea dos estados de vibração e rotação, e quando se dá uma transição vibracional há alteração da energia rotacional; só os espectros de rotação se podem manifestar puros, isto é, sem que haja variação dos outros tipos de energia.

Um *espectro de vibração*, melhor, de rotação-vibração, caracteriza-se por riscas (ou bandas) correspondentes a transições entre níveis vibracionais distintos com conservação da energia electrónica; situa-se em geral no infra-vermelho médio dadas as diferenças de energia envolvidas na transição.

Por outro lado, como a energia de agitação térmica média duma molécula é $\frac{3}{2}$ kT, da ordem de 1 kcal mole^{-1} para as temperaturas ordinárias, conclui-se que a quase totalidade das moléculas se distribui pelos níveis electrónico e vibracional fundamentais (de mais baixa energia).

O estudo quantitativo dos espectros de vibração pode fazer-se com base no modelo do oscilador harmónico linear, cuja equação de SCHRÖDINGER é solúvel, conduzindo aos seguintes níveis de energia

$$E = \left(v + \frac{1}{2}\right) h\nu \qquad v = 0, 1, 2, \ldots$$

Trata-se do caso simples duma molécula diatómica.

Para uma molécula mais complexa, embora à primeira vista o movimento vibratório possa parecer desordenado e casual, um estudo mais profundo do problema mostra que há uma regularidade básica que deriva da própria simetria molecular. É então possível decompor a vibração global num certo número de vibrações simples, chamadas *modos normais de vibração*, que se caracterizam por apresentar todos os átomos vibrando segundo linhas rectas, com amplitude constante, a mesma frequência e em fase. O número de modos normais de vibração é evidentemente igual ao número de graus de liberdade internos vibracionais da molécula, isto é, 3N-6 no caso de estruturas não lineares; N é o número de átomos de molécula. Obtém-se então para os níveis de energia uma expressão análoga à anterior

$$E = \sum_{i=1}^{3N-6} (v_i + {}^1/_2)\, h\nu_i \qquad v_i = 0, 1, 2, \ldots$$

onde o somatório inclui tantos termos quantos os modos normais de vibração. No caso de moléculas lineares o limite é 3N-5, visto que a rotação em torno do eixo internuclear é trivial.

Obtém-se uma banda fundamental fazendo

$$\Delta v_i = \pm 1 \quad \text{com} \quad \Delta v_j = 0 \quad j \neq i$$

que é regra de selecção particular inerente ao modelo do oscilador harmónico linear. Porém, nem todos estes modos normais de vibração são *activos no infra-vermelho*, isto é, dão origem a uma risca no espectro de absorpção. É regra de selecção o facto do momento de dipolo eléctrico da molécula variar durante a vibração. Isto significa que à medida que aumenta a simetria da molécula diminui o número de vibrações activas e aumenta em geral a degenerescência.

Existe um outro tipo de espectro de vibração, chamado de RAMAN, que se observa quando luz no visível ou ultravioleta é difundida por molé-

culas de sólidos, líquidos ou gases (*). Se o processo de choque do fotão com a molécula for de tipo elástico, temos a conhecida difusão de RAYLEIGH; se a colisão for inelástica, havendo conservação de energia, é válida a seguinte relação

$$h\nu_0 + \frac{1}{2} m v_0^2 + E_0 = h\nu + \frac{1}{2} m v^2 + E$$

onde o índice o se refere ao estado inicial e E representa a energia interna da molécula. Em geral a variação de energia cinética é muito pequena de modo que podemos escrever

$$E_0 - E = h(\nu - \nu_0)$$

Como na maior parte dos casos a diferença de energias $E_0 - E$ corresponde a uma transição vibracional, o conhecimento da radiação difundida permite obter dados sobre os níveis de energia de vibração.

Pode mostrar-se que é regra de selecção no espectro de RAMAN uma variação da polarizabilidade molecular durante a vibração. Ao contrário do que sucedia com o momento dipolar eléctrico, que tem carácter vectorial, a polarizabilidade é uma grandeza tensorial cujas componentes se transformam de acordo com as funções simples do 2.° grau das coordenadas.

III.2 — Modos Normais de Vibração e Representações Irredutíveis

Suponhamos que dispúnhamos do espectro de vibração duma molécula e que pretendíamos fazer a sua interpretação teórica; isto implica não só a identificação dos modos normais de vibração, como o cálculo dos valores das respectivas frequências. Deve desde já afirmar-se que o problema, posto com esta generalidade, é quase sempre insolúvel. Para já, o número de bandas que aparecem no espectro é em geral bastante superior ao número de modos normais de vibração, porque a anarmonicidade do oscilador origina *harmónicos* e *combinações* das bandas fundamentais, isto é, transições em que

harmónico $\Delta v_i = \pm 2, \pm 3, \ldots \quad \Delta v_j = 0 \quad j \neq i$
combinação $\Delta v_i = \pm 1 \quad \Delta v = \pm 1 \quad j \neq i$

(*) É essencial que a radiação incidente não seja a das frequências de absorpção própria da molécula.

e até combinações de harmónicos. Por outro lado, certas bandas podem aparecer desdobradas (estrutura fina rotacional) e outras podem passar despercebidas devido à sua fraca intensidade.

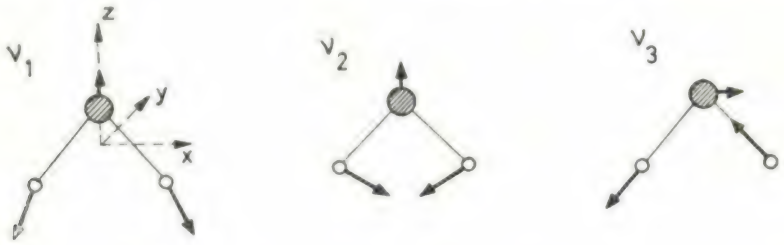
Do ponto de vista teórico será escusado salientar a dificuldade de tratar um problema de N corpos como é o caso do movimento vibratório duma molécula poliatómica. Aqui a Teoria dos Grupos e o conceito-base de simetria podem ter um interesse excepcional, dadas as simplificações que introduzem. Mas como proceder no caso duma molécula de estrutura complicada, pertencendo ao grupo C_1, que é, afinal, o exemplo mais vulgar? Utiliza-se quase sempre um método semi-empírico baseado no facto de grupos de átomos de estrutura bem definida absorverem radiação em zonas limitadas de frequências, chamadas *frequências de grupo*, independentemente de natureza e constituição do resto da molécula. Esta separação das vibrações justifica-se teòricamente no caso de grupos possuindo ligações múltiplas localizadas, ou átomos de massa muito inferior ou superior às dos que figuram no resto da estrutura. Podemos assim decompor a molécula em grupos de poucos átomos ou de elevada simetria, mais ou menos independentes, e sempre fáceis de tratar teòricamente.

Justifica-se portanto, nesta breve introdução, que façamos o estudo de algumas moléculas elementares, pois o tratamento correspondente para moléculas complexas se faz, em geral, por generalização ou sobreposição destes casos simples.

O primeiro ponto que convém salientar refere-se ao facto dos modos normais de vibração constituirem bases de representações irredutíveis do grupo de simetria a que a molécula pertence, enquanto a vibração global, definida pelo conjunto dos modos normais de vibração, pertence a uma representação redutível. Este teorema é, aliás, bastante mais geral, nele se incluindo as translações e as rotações além das vibrações normais.

Uma vez conhecidos os modos normais de vibração duma dada molécula, é fácil, atendendo à Tabela de Caracteres do Grupo, saber quais são as representações irredutíveis a que pertencem. De facto, qualquer modo normal de vibração *não degenerado* é sempre *simétrico* ou *anti-simétrico* com respeito às operações de simetria do grupo, e deste modo é fácil identificá-lo com as características de simetria de uma das representações.

Consideremos em primeiro lugar o caso duma molécula AB_2 pertencendo ao grupo de simetria C_{2v}; exemplos correntes são, como sabemos, o *anidrido sulfuroso* SO_2 e a *água* H_2O. Como se trata de molécula triatómica não linear, o número de modos normais de vibração é $3 \times 3 - 6 = 3$, que a seguir se esquematizam



E fácil de ver que os dois primeiros modos permanecem invariantes em qualquer das operações de simetria do grupo C_{2v}, visto que em ambas as vibrações a simetria da molécula não se altera; tanto (ν_1) como (ν_2) pertencem portanto à representação A_1, a única que é *totalmente simétrica*. Pelo contrário, o modo de vibração (ν_3) é anti-simétrico em relação a C_2 e a σ'_v (z y), mas simétrico em relação a E e a σ''_v (z x); por outras palavras, pertence à representação B_1.

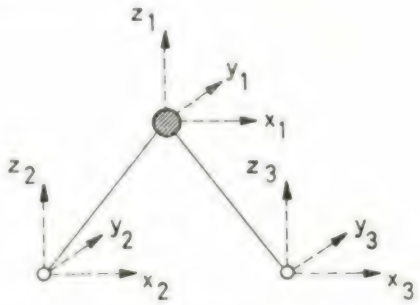
Do mesmo modo se poderia verificar que os 3 modos normais de translação segundo os eixos dos x'x, y'y e z'z pertencem às representações B_1, B_2 e A_1, respectivamente, e que as rotações em torno dos mesmos eixos são bases das representações irredutíveis B_2, B_1 e A_2.

Estes resultados, que são imediatos uma vez conhecidos os modos de movimento da molécula, podem ser obtidos *"à priori"* a partir do conhecimento da simetria molecular e da respectiva tabela de grupo, como vamos ver a seguir.

A maneira mais elementar de descrever os movimentos possíveis para a molécula (translações, rotações, vibrações) consiste em associar sistemas de coordenadas cartesianas rectangulares a cada um dos átomos, tomados para origem, e de tal forma que os eixos do mesmo nome sejam paralelos e apontem no mesmo sentido. É o que apresentamos na figura seguinte tomando por simplicidade os respectivos vectores unitários.

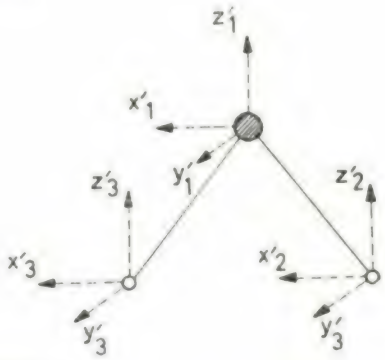
Este conjunto de 3N vectores é capaz de descrever os 3N modos normais da molécula, estando evidentemente incluídas as 3 translações e as 3 rotações. Pretendemos agora saber qual é a representação redutível correspondente a esta base de 3N vectores, e a partir daí conhecer as representações irredutíveis que estão na origem de cada modo normal.

Como sabemos já de estudos anteriores, para resolver o problema basta determinar os traços das matrizes de transformação do conjunto de 3N vectores, ou seja, das 9 coordenadas de deslocamento.



Vamos aplicar portanto a este conjunto de vectores as operações de simetria do grupo (*), mantendo os átomos nas posições iniciais, e determinar os elementos da diagonal das respectivas matrizes de transformação.

No caso da rotação C_2 a posição final é evidentemente



(*) No caso de classes de simetria com mais do que um elemento, bastaria proceder assim para apenas um deles.

Repare-se que os novos vectores X'_1, Y'_1, Z'_1 se podem exprimir em termos dos vectores do mesmo nome X_1, Y_1, Z_1, mas que o mesmo não acontece com os restantes. Isto significa que para o cálculo do traço da matriz apenas nos interessam os vectores que continuam a pertencer ao mesmo átomo; os outros contribuem com elementos nulos para a diagonal

$$X'_1 = -X_1$$
$$Y'_1 = -Y_1$$
$$Z'_1 = Z_1$$

A matriz completa seria

$$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

que ilustra o que acabámos de afirmar. O respectivo traço é -1. Do mesmo modo se verificaria que os traços para as operações σ_v e σ'_v são $+3$ e $+1$, respectivamente; para a operação identidade é evidentemente $\chi(E) = 9$.

C_{2v}	E	C_2	σ_v	σ'_v
Γ_t	$+9$	-1	$+3$	$+1$

Obtivemos assim os caracteres da representação Γ_t, chamada representação redutível *total*, porque engloba todos os movimentos possíveis da molécula, incluindo rotações e translações. A decomposição, segundo o processo habitual, dá

$$\Gamma_t = 3\,A_1 + A_2 + 3\,B_1 + 2\,B_2$$

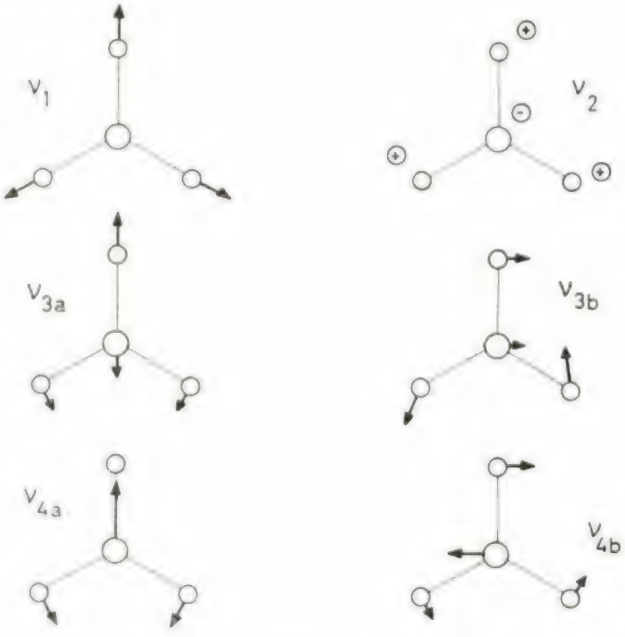
Consultando a 3.ª coluna da tabela do grupo C_{2v}, verifica-se que as 3 translações pertencem às representações A_1, B_1 e B_2, e as 3 rotações a A_2, B_1 e B_2; descontando-as na combinação anterior, obtemos

$$\Gamma = 2\,A_1 + B_1$$

que é a representação redutível correspondente à *vibração* molecular. Concluímos, portanto que, dos 3 modos normais de vibração da molécula AB_2, dois pertencem à representação irredutível A_1 e o terceiro é base de representação irredutível B_1.

Uma outra maneira de fazer a análise do problema consiste em utilizar as chamadas coordenadas internas da molécula — distâncias interatómicas e ângulos de valência — em vez das coordenadas cartesianas habituais. Neste caso, além da atribuição das representações irredutíveis é possível prever o tipo de modo normal de vibração, isto é, caracterizá-lo como *vibração de ligação, de deformação* (*) ou como uma mistura de ambas as espécies.

O exemplo que acabámos de analisar é extremamente simples, na medida em que a molécula possui poucos átomos e não existem vibrações degeneradas. Vamos agora considerar o caso dum agrupamento atómico possuindo eixo de simetria ternária e em que, por consequência, aparecem *vibrações degeneradas*. Seja a molécula plana AB_3 pertencendo ao grupo de simetria D_{3h}; o número de modos normais de vibração é 6, que a seguir se esquematizam



É verdade que o modo (ν_1) pertence à representação totalmente simétrica A'_1 e que o modo

(*) Nas vibrações de ligação o movimento efectua-se ao longo das ligações interatómicas, enquanto nas vibrações de deformação há uma mudança dos ângulos de valência.

CONSTRUÇÕES TÉCNICAS, LDA.

PRAÇA DO MUNICÍPIO, 13-3º — LISBOA 2 • TEL. 36 65 06

SONDAGENS • FUNDAÇÕES
TRABALHOS MARÍTIMOS
PONTES E ESTRUTURAS

SOCIEDADE CENTRAL DE CERVEJAS

Execução, em 72 dias, de 1312 estacas moldadas, de betão armado, $\phi = 400$ mm, com máquina «BENOTO-DELMAG», para fundações da nova fábrica de cervejas, em Vialonga.

«Kipling, além de ter escrito o poema "SE", foi um incansável viajante.»
— da Ciência dos Lugares-comuns.

SE...

Se, para si, o Mundo e Descoberta
são um mesmo sinal,
um mesmo prazer, uma afirmação

Se tem de si próprio
uma ideia exigente e actualizada

Se, deste modo, é jovem
(e, além disso,
tem menos de 22 anos)

... A TAP OFERECE-LHE NOVAS OPORTUNIDADES:

depois de 31 de Março

25% de desconto* em viagens na Europa com regresso ao ponto de partida.

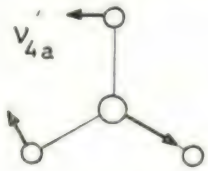
20% nas linhas internas e nas ligações entre todos os Territórios Portugueses.

* Além da redução (máxima) de 10% nas viagens em grupo.

TAP

Consulte o seu Agente de Viagens: ele é um perito
Ou peça pormenores à TAP

(ν_2), anti-simétrico em relação a C_2, σ_h e S_3 pertence à representação A''_2. Os outros modos normais de vibração são duplamente degenerados, isto é, há igualdade de frequências de vibração $\nu_{3a} = \nu_{3b}$ e $\nu_{4a} = \nu_{4b}$, e não podem pertencer *individualmente* a uma representação irredutível. Se aplicarmos uma operação de simetria a (ν_{4a}), por exemplo C_3 no sentido retrógrado, não obtemos configuração simétrica ou anti-simétrica.



mas pode ver-se que a nova vibração (ν'_{4a}) corresponde a uma combinação linear de (ν_{4a}) e (ν_{4b}).

Esta propriedade é geral: qualquer operação de simetria da molécula transforma um elemento do conjunto de modos degenerados numa combinação linear dos elementos desse conjunto. Resulta daqui que as vibrações duplamente degeneradas (ν_3) e (ν_4) podem ser representadas por infinitos pares de vibrações, todos caracterizados pelo mesmo valor de frequência. Sendo assim, é de esperar que as vibrações (ν_3) e (ν_4) sejam base de representações irredutíveis de 2.ª ordem, visto que o grau de degenerência é 2; de facto, pertencem ambas à representação E'.

Adoptando agora o processo seguido no exemplo anterior, obtínhamos a seguinte representação redutível total

D_{3h}	E	$2C_3$	$3C_2$	σ_h	$2S_3$	$3\sigma_v$
Γ_t	+12	0	−2	+4	−2	+2

que decomposta em representações irredutíveis dá

$$\Gamma_t = A'_1 + A'_2 + 3E' + 2A''_2 + E''$$

Há agora que eliminar as representações correspondentes aos movimentos de rotação e de translação que, consoante a Tabela do Grupo D_{3h}, pertencem a

Rotação R_x } E''
Rotação R_y }
Rotação R_z : A'_2
Translação x } E'
Translação y }
Translação z : A''_2

Fica portanto

$$\Gamma = A'_1 + 2E' + A''_2$$

isto é, dos 6 modos normais de vibração da molécula plana AB_3, um pertence a A'_1, outro a A''_2 e os restantes são duplamente degenerados e pertencem ambos a E'.

Se tivéssemos utilizado coordenadas internas podíamos ainda concluir que a vibração associada a A'_1 é do tipo «*ligação*», a associada a A''_2 do tipo «*deformação*», e as vibrações degeneradas são mixtas.

III.3 — Regras de selecção para as transições vibracionais

Podemos ainda levar mais longe a análise das vibrações moleculares e relacioná-las com o aparecimento de riscas no espectro. Para isso, recordemos que em geral nem todas as transições energéticas possíveis são permitidas, e que a probabilidade da transição se dar mede a intensidade da risca correspondente.

A emissão ou a absorpção de radiação pela matéria envolve sempre interacções entre as moléculas e as ondas electromagnéticas, interacções estas que são fundamentalmente de natureza eléctrica (*). Por outro lado, na maior parte dos casos de interesse em espectroscopia (excepção feita às transições de raios X), o comprimento de onda da radiação é muito maior que as dimensões moleculares, e isto permite considerar que o campo eléctrico tem, em cada instante, o mesmo valor em toda a molécula.

Utilizando a equação de SCHRÖDINGER dependente do tempo

$$-\frac{\hbar}{i}\frac{\partial \Psi}{\partial t} = H\Psi$$

pode mostrar-se que uma transição entre dois níveis de energia, caracterizados pelas funções de onda Ψ_i e Ψ_f é permitida, sempre que pelo menos uma das quantidades

$$R_{if} = \int \Psi_i^* \left(\sum_k e_k r_k\right) \Psi_f \, d\tau$$

(*) Nos casos correntes as interacções magnéticas são $\sim 10^5$ mais fracas que as interacções eléctricas!

chamadas *momentos de transição*, for diferente de zero. A probabilidade da transição se dar é, de facto, proporcional a R^2_{if}.

As 3 quantidades R_{if} em x, y e z introduzem as 3 componentes do momento dipolar μ_x, μ_y, e μ_z; por exemplo

$$R^x = \int \Psi^*_i \, \mu_x \, \Psi_f \, d\tau \qquad \mu_x = \sum_k e_k \, x_k = e \, x$$

e como os e_k e_k são escalares, o não anulamento de R^x implica o não anulamento de

$$R^x_{if} = \int \Psi^*_i \, x \, \Psi_f \, d\tau$$

Como o valor deste integral está relacionado com uma quantidade directamente observável, segue-se que ele deve ser um invariante em todas as operações de simetria do grupo a que a molécula pertence. Demonstra-se em Análise Superior que esta condição implica que a representação correspondente à função integranda contenha a representação totalmente simétrica do grupo. Se a integranda puder ser decomposta num produto de 2 factores, então ambos eles devem pertencer à mesma representação irredutível para que os integrais do tipo citado sejam diferentes de zero.

Por razões que apontámos na devida altura, sabe-se que o estado vibracional inicial é geralmente o de mais baixa energia (*fundamental*); este estado Ψ_0 caracteriza-se por ser invariante em relação a todas as operações de simetria da molécula, por exigências de natureza física. Consequentemente, o não anulamento dos momentos de transição implica que a coordenada x, y ou z e a função de onda final Ψ_j, característica dum modo normal de vibração, pertençam à mesma representação irredutível do grupo de simetria da molécula.

Consultando as respectivas Tabelas de Grupo podemos agora afirmar que os 3 modos normais de vibração da molécula da *água* são activos no infra-vermelho, mas que no caso do *ião carbonato*, por exemplo, apenas são activos (ν_2), (ν_3) e (ν_4); de facto, o modo de vibração (ν_1) pertence à representação irredutível A_1' e esta não inclui nenhuma das coordenadas como base.

De modo análogo podíamos estabelecer que o aparecimento de risca no espectro de RAMAN está ligado ao não anulamento de integrais do tipo

$$\int \Psi^*_i \, \alpha_{mn} \, \Psi_f \, d\tau$$

que incluem as componentes α_{mn} do tensor da polarizibilidade. Estas componentes transformam-se como os produtos das coordenadas, de modo que constitui regra de selecção em espectroscopia de RAMAN o facto do modo normal de vibração pertencer a uma das representações irredutíveis que incluam pelo menos um dos produtos binários das coordenadas como base: xy, xz, xx, yz, yy, zz. São portanto activas no espectro de RAMAN as vibrações (ν_1), (ν_2) e (ν_3) da *água* e as vibrações (ν_1), (ν_3) e (ν_4) do *ião carbonato*.

Estes resultados podem ser utilizados na ordem inversa, isto é, o estudo e a interpretação do espectro de vibração levaram-nos ao estabelecimento da simetria da molécula e, portanto, da sua estrutura.

Note-se ainda que no caso da molécula possuir centro de simetria todas as representações geradas por x, y ou z são ímpares em relação à inversão, enquanto todas as representações geradas pelos produtos do 2.º grau das coordenadas são pares. Por consequência, neste tipo de moléculas só podem ser activas no infra-vermelho vibrações pertencendo a representações ímpares (em relação a i), e activas em RAMAN vibrações pares. Como uma dada representação é definitivamente par ou ímpar em relação à inversão, segue-se que: «*nas moléculas com centro de simetria, se um modo normal de vibração for activo no infra-vermelho é inactivo no espectro de* RAMAN, *e se for activo neste último é inactivo no infra-vermelho*».

Isto não impede, evidentemente, que o modo normal de vibração seja inactivo em ambos os tipos de espectros. É este o *Princípio de Exclusão Mútua* que revela a complementaridade das espectroscopias de RAMAN e no I.V.

Por exemplo, no caso do *etileno* C_2H_4 que, como vimos em 1.2. pertence ao grupo D_{2h}

D_{2h}	E	$C_2(z)$	$C_2(y)$	$C_2(x)$	i	$\sigma(xy)$	$\sigma(xz)$	$\sigma(yz)$		
A_g	1	1	1	1	1	1	1	1		x^2, y^2, z^2
B_{1g}	1	1	−1	−1	1	1	−1	−1	R_z	xy
B_{2g}	1	−1	1	−1	1	−1	1	−1	R_y	xz
B_{3g}	1	−1	−1	1	1	−1	−1	1	R	yz
A_u	1	1	1	1	−1	−1	−1	−1		
B_{1u}	1	1	−1	−1	−1	−1	1	1	z	
B_{2u}	1	−1	1	−1	−1	1	−1	1	y	
B_{3u}	1	−1	−1	1	−1	1	1	−1	x	

temos 12 modos normais de vibração. A representação vibracional total é

$$\Gamma = 3\,A_g + 2\,B_{2g} + B_{3g} + A_u + 2\,B_{1u} + \\ + B_{2u} + 2\,B_{3u}$$

São activos no I. V. os modos $2B_{1u}$, B_{2u} e $2B_{3u}$; são activos no espectro de RAMAN os modos $3\,A_g$, $2\,B_{2g}$ e B_{3g}; o restante, modo A_u, é inactivo tanto no RAMAN como no infra-vermelho. Este exemplo ilustra claramente o princípio da Exclusão Mútua.

IV. BIBLIOGRAFIA

(1) F. A. COTTON, *Chemical Applications of Group Theory* Interscience (1963).

(2) D. SCHONLAND, *Molecular Symmetry*, Van Nostrand (1965).

(3) H. H. JAFFÉ, M. ORCHIN, *Symmetry in Chemistry*, John Wiley (1965).

(4) J. N. MURRELL, S. F. A. KETTLE, J M. TEDDER, *Valence Theory*, Cap. 8, John Wiley (1965).

(5) M. ZELDIN, *J. Chem. Ed.*, **43**, 17 (1966).

(6) J. C. G. CALADO, *Química-Física*, Secção de Folhas A. E. I. S. T. (1966).

(7) E. B. WILSON, J. C. DECIUS, P. C. CROSS, *Molecular Vibrations*, Mc Graw-Hill (1955).

(8) P. S. ALEXANDROFF, *Introduction à la Théorie des Groupes*, Dunod (1965).

NOTICIÁRIO

Intergalva 67

As Associações de Zinco e de Galvanização Britânicas e de muitos outros países que estão a colaborar no INTERGALVA 67 — Ano Internacional de Galvanização por imersão a Quente — patrocinam a realização de três concursos internacionais, cujos prémios se elevam a 120 contos. Eis alguns pormenores:

1. *Aplicações sensacionais:* concurso principalmente destinado aos técnicos da indústria de Galvanização, tendo por tema utilizações excepcionais e engenhosas da galvanização por imersão a quente.
   Prémios: £ 350, £ 200 e £ 100.

2. *Progresso na tecnologia e na investigação:* concurso aberto a técnicos e investigadores ligados ou não à indústria da galvanização, tendo por assunto progressos notáveis em galvanização a partir do início de 1964.
   Prémios: £ 350, £ 200 e £ 100.

3, *Fotográfico:* concurso de fotografias espectaculares com motivo em aplicações de aço galvanizado.
   Prémios: £ 100, £ 50, £ 20 e três de £ 10.

O prazo para entrega dos trabalhos terminará em 1 de Maio próximo. Os resultados serão anunciados — e os prémios atribuídos — no 8.º Congresso Internacional de Galvanização, que terá lugar em Londres durante o mês de Junho. Os trabalhos vencedores serão apresentados naquele Congresso e publicadas notícias nas principais revistas técnicas do mundo inteiro. As condições e formulários para admissão aos concursos podem ser pedidos à Zinc Development Association, 34 Berkeley Square, London W1.

Para mais informações dirigir-se a: Oliveira & Ferreirinhas, Lda. — Est. Ext. da Circunvalação — Matosinhos.

Cursos Internacionais de Engenharias Hidráulica e Sanitária — Delft, 1967-68

Com início em Outubro e duração de um ano, são organizados pela «Delft Technological University» e «Netherlands Universities Foundation for International Co-operation» e destinam-se a graduados. São dados em inglês.

Folheto com explicações detalhadas sobre programas, condições de admissão, passagens e acomodação, etc., bem como o boletim de inscrição podem ser obtidos escrevendo para

«Netherlands Universities Foundation for International Co-operation, 27 Molenstraat The Hague, The Netherdands.

Congresso IFIP 68 sobre o processamento da informação

Realizar-se-á em Edimburgo de 5 a 10 de Agosto de 1968 o próximo congresso trianual da «Federation for Information Processing».

Além de sessões de revisão dos vários aspectos da computação, uma grande parte do programa será dedicada às comunicações apresentadas.

Estas versarão as aplicações dos computadores, «hardware», «software» e matemática.

Detalhes sobre a apresentação de comunicações podem obter-se de

IFIP Congress Office
23 Dorset Square
London, N. W. 1.

RENOLD

transmissões por corrente de elevado rendimento mecânico

O mais eficiante sistema de transmissão produzido pelos maiores fabricantes do mundo. As correntes RENOLD podem ser fornecidas para transmitirem até 4.250 CV e a gama de 338 transmissões em depósito permite uma entrega imediata que satisfaz a mais de 90% das necessidades da indústria.

Para informações ou fornecimentos, escreva, visite ou telefone:

HARKER, SUMNER & Ca., Lda.

PORTO: **38, Rua de Ceuta, 48**
Apartado No. 162
Tel: 27054-P.P.C. (4 linhas)

LISBOA-2: **14, Largo do Corpo Santo, 18**
Tel: 324823-35124

RENOLD

RENOLD CHAINS LIMITED · MANCHESTER · INGLATERRA

HIDREL

Técnica de Hidráulica e de Electricidade, Limitada

OFICINAS METALÚRGICAS, HIDRÁULICA, ELECTRICIDADE E MECÂNICA

ASSISTÊNCIA TÉCNICA

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS DE:

CONTADORES PARA LÍQUIDOS

Sistema «Woltman»

LG

LANGE

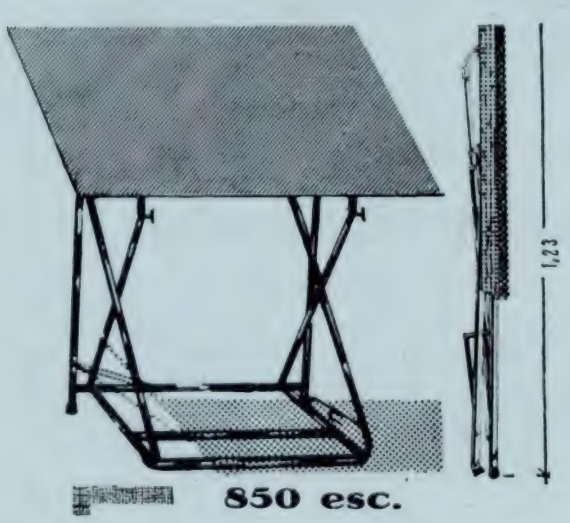
De:

50 m/m

a

300 m/m

Escritório e Stand de Vendas
47-A, Rua do Alecrim, 47-B — LISBOA
Telef. 32 57 00 · 3 59 66



850 esc.

CARACTERÍSTICAS: Tubo de aço, articulado em qualquer posição, várias inclinações, fàcilmente transportável, não ocupa espaço quando fechado, pranchela de 1,20 × 0,80 de madeira, em tela. Pintura de estufa.

Em exposição, outros modelos de madeira e metálicos

J. J. SILVA & IRMÃO, LDA.

rua silva carvalho, 232-b-lisboa · telefone **652750** | **680671**

EMPRESA ELECTRO CERÂMICA

S. A. R. L.

FABRICANTE DE ISOLADORES PARA EQUIPAMENTO DE SUB-ESTAÇÕES TRANSFORMADORES E DE LINHAS DE TRANSPORTE DE ENERGIA EM ALTA TENSÃO

fabrica igualmente

- isoladores de baixa tensão
- pequena aparelhagem eléctrica em baquelite e porcelana
- tubo plástico "Polivoll" para protecção de condutores
- material em refractário especial para aparelhos de aquecimento

DANIEL VIDAS

SEDE L. BARÃO DE QUINTELA, 3-1.º LISBOA
FABRICA-CANDAL-VILA NOVA DE GAIA

EC 61·1

DO MUNDO TÉCNICO

NOVO MÉTODO DE REDUÇÃO DIRECTA DOS MINÉRIOS DE FERRO

C. D. U. 669.094.2 (553.3)

Está a ser ultimado um novo processo industrial de redução de minérios de ferro, devido à combustão de hidrocarbonetos.

O novo método foi afirmado numa unidade piloto construida em Baton Rouge, na Louisiana e tem o nome de FIOR (derivado de «Fluid Iron Ore Reduction»), dado que o minério é posto em contacto com o gás redutor sob uma forma de material finamente dividido, forma necessária para um alto rendimento do processo que exije uma grande superfície de contacto entre o gás e o minério. Este provinha dos jazigos venezuelanos de Cerro Bolivar.

Provada a eficiência do processo e para as experiências continuarem numa escala maior, foi instalada em Dartmouth, na Nova Escócia uma fábrica especial de equipamento variado, permitindo a utilização duma grande diversidade de minérios de ferro. Esta fábrica, que entrou em funcionamento em Outubro de 1965 tem uma produção de 300 toneladas diárias.

A proporção de ferro transformado é de 94 % como se pode verificar no quadro seguinte que mostra a composição química dum produto Fior obtido a partir do minério de Cerro Bolivar com 92,8 % de Ferro:

Ferro	87,4 %
Silício	2,15
Alumínio	2,03
Cálcio e Magnésio	0,62
Enxofre	0,014
Fósforo	0,16
Carbono	03,0
Titânio	0,07
Oligo — elementos	< 0,1

Do ponto de vista químico o Fior está sujeito a corrosão. No entanto estuda-se actualmente um processo de obter uma cobertura que proteja o produto da ferrugem ou mesmo folhas de matérias plásticas que lhe forneçam protecção contra a reoxidação.

A forma mais prática de utilização siderúrgica do Fior é a de briquetes obtidos por compressão a quente pesando cerca de 800 gramas e medindo 8,75 × 3,75 cm. Nestes blocos 10 a 25 % do seu volume corresponde a poros nos quais os gases exteriores podem fàcilmente penetrar. Apesar da sua porosidade, não só são dotados de grande resistência mecânica, não sendo esmagados por forças de cerca de três toneladas, como também absorvem apenas uma pequena quantidade de água podendo sem risco ser introduzidos frios no metal em fusão.

A sua grande densidade e as mais pequenas dimensões facilitam uma rápida fusão com fraca perda nas escórias. Além disso podem ser aquecidos a temperaturas elevadas sem se colarem pelo que é possível submete-los a aquecimento prèvio antes de lhes aplicar um dos diferentes processos de fabricação do aço para a qual estão especialmente indicados.

Experiências feitas num forno eléctrico e tendo em vista observar e comparar o comportamento de um produto Fior e de uma sucata de ferro de alta qualidade constituídos por 100 % de aço de baixo teor em carbono, permitiram concluir que usando 25 % de sucata e 75 % de Fior com um índice ferro metal/ferro total superior a 80 %, o consumo de energia e a duração de operações foram inferiores aos obtidos com a utilização de 100 % de sucata. Um aumento de índice ferro metal/ferro total acarreta aumento apreciável de consumo de electricidade e de tempo de tratamento. Porém a redução da maior parte do óxido de ferro pode ser conseguida pela adição do coque. De facto em todas as experiências em que se juntou coque obteve-se uma produção de aço superior a 92 % mesmo com Fior em que o índice ferro metal/ferro total não ultrapassava 69 %.

Os ensaios deste novo processo de redução do minério de ferro prosseguem com os diferentes tipos e sistemas de ferros utilizados nas aciarias. Contudo desde já está provado que os briquetes de Fior podem ser introduzidos directamente no alto forno para aumentar o seu rendimento.

(Petróleo no Mundo — n.º 55)

DIVISOR VARIÁVEL DE FREQUÊNCIA PARA EMISSORES MULTICANAIS

C.D.U. 621.373

Os sistemas utilizados para a obtenção de várias frequências nos emissores de rádio multicanais apresentam peso e dimensões consideráveis, alta dissipação, e um custo elevado devido a grande quantidade de filtros LC necessários à realização dos diversos canais de frequência. É normal encontrar-se sistemas com um milhar de componentes discretos, várias centenas de centímetros cúbicos de volume, e atingindo a dissipação algumas dezenas de Watt. Estes factores têm impedido o uso de um razoável número de canais nos aparelhos móveis mais pequenos. Este problema foi resolvido com a utilização de microcircuitos e a aplicação de técnicas digitais e analógicas.

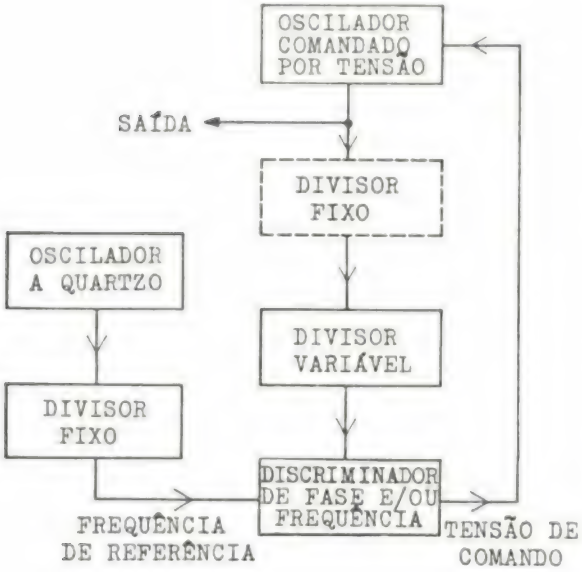


Fig. 1

O divisor variável de frequências, que constitui a parte mais importante do sistema, trabalha com uma frequência de entrada não inferior a 8 MHz, e corresponde ao seguinte diagrama de blocos.

Um oscilador comandado pela tensão de saída de um discriminador, comanda um divisor variável de frequência precedido de um divisor fixo. A saída do divisor variável (rádio-frequência) é comparada com uma frequência de referência por meio de um discriminador de fase e/ou frequência. A frequência de referência é usualmente obtida a partir de um oscilador a cristal seguido de um divisor fixo. O discriminador de fase origina uma tensão de erro que é utilizada para comandar o oscilador. A saída deste oscilador depende portanto, em condições estacionárias, da relação do divisor variável.

Este facto permite a selecção, dentro de uma certa gama, de um número de posições diferentes do divisor variável.

A precisão e estabilidade da frequência (àparte os efeitos secundários que, dentro de certos limites, possam ser introduzidos por outras partes do emissor) dependem apenas da precisão e estabilidade do oscilador de cristal.

O número de circuitos integrados necessários para um sistema de 10 000 canais é de cerca de 50 unidades da família RTμL (SGS); a escolha da frequência é feita por accionamento de comutadores de décadas.

O protótipo de um aparelho deste tipo já realizado apresenta-se com 28 000 canais, ocupa um volume de 160 cm³ e tem uma dissipação de 1 W.

(SGS-Fairchild — Application Report)

Resumos dos artigos publicados na Técnica n.º 365

Ano XLII — Fevereiro 1967

M. Abreu Faro — C. D. U. 001.891 : 378

Dos objectivos do ensino superior e da investigação ligada ao ensino. Alguns problemas fundamentais

Técnica No. 365 — XLII — 2. 1967, pág. 211-222.

Abordou-se o problema deontológico da Universidade em relação à sociedade onde se insere. Levantam-se deveres recíprocos e preconizam-se relações desejáveis Considera-se a investigação científica como factor essencial de sobrevivência das nações. Considera-se a investigação científica como complemento imprescindível do ensino superior. Finalmente defende-se a tese de que a acção da Universidade se condiciona ao equilíbrio dinâmico que deve manter com a sociedade de onde se insere, à capacidade de absorção do produto da Universidade em meios humanos e resultados da sua investigação e, em última análise, a capacidade que a mesma sociedade exibir na discriminação de necessidades e sua conveniente programação em objectivos e provável evolução cronológica.

Nuno F. Grossmann — C. D. U. 551.245

Determinação do espaçamento das diaclases de um sistema

Técnica No. 365 — XLII — 2. 1967, pág. 235-237.

Apresenta-se uma nova definição de espaçamento das diaclases de um sistema e mostra-se que a partir desta definição se podem obter fórmulas de cálculo simples para os casos práticos correntes. Apresentam-se exemplos.

A. de Carvalho Fernandes — C. D. U. 621.375 : 518.5

Amplificadores operacionais em computação electrónica analógica

Técnica No. 365 — XLII — 2. 1967, pág. 223-233.

A análise rigorosa do funcionamento do amplificador operacional com pêntodo é feita com base na Transformação de Laplace e no conceito de Função de Transferência. A análise aproximada do caso geral do amplificador operacional é feita nas mesmas bases. Como aplicações das conclusões obtidas estudam-se os circuitos clássicos de adição, integração e derivação e dão-se exemplos de «sintetizadores de integração» para resolução de equações diferenciais.

Virgílio Igreja — C. D. U. 661.257 — 52

Estudo de um sistema de comando automático para o circuito de secagem e absorção de uma fábrica de ácido sulfúrico

Técnica No. 365 — XLII — 2. 1967, pág. 239-250.

Descreve-se um sistema de comando automático destinado a um processo multidimensional, cuja matriz de transferência é não diagonal. O elemento básico do sistema é uma rede correctora que se determina a partir daquela matriz e cuja associação ao processo conduz a uma matriz de transferência diagonal. É possível, então formar malhas de regulação sem interacção e utilizar controladores convencionais. Determinam-se, a seguir, os parâmetros destes controladores pelo método de Ziegler Nichols. Finalmente, estuda-se a estabilidade do sistema pelo método do lugar geométrico das raízes (diagramas de Evans).

Synopsis of articles published in «Técnica» nº 365

XLII — February 1967

Nuno F. Grossmann UDC 551.245

Determination of the spacing of a joint set

Técnica No. 365 — XLII — 2. 1967, pp. 235-237.

A new definition of the spacing of a joint set is given, and it is shown that based on this definition one can obtain simple calculation formulas for the usual cases in practics. Examples are given.

M. Abreu Faro UDC 001.891.378

On the aims of university education and research related to education. Some fundamental aspects

Técnica No. 365 — XLII — 2. 1967, pp. 211-222.

An approach to the deontological problem of the University regarding the society in which it is inserted is given here Reciprocal duties are raised and desirable relations preconized.
Scientific research is considered as essential to the survival of nations. It is also considered as an indispensable complement to university education Finally, the author sustains that the action of the University is conditioned by the dynamical equilibrium it must keep with the society in which it is inserted, by the ability of this society to absorb the products of the University and by the capacity of this society to evaluate its needs, to program their satisfaction and to study their probable chronological evolution.

Virgílio Igreja UDC 661.257—52

Automatic control of a drying and absorption circuit in a sulphuric acid plant

Técnica No. 365 — XLII — 2. 1967, pp. 239-250.

The non-diagonal transfer matrix of an actual multidimensional process is determined. From this matrix, a network which converts that matrix into a diagoual one is obtained. The virtually independent loops thus determined are then treated by the Ziegler-Nichols's method in order to get the parameters of the P. I. D. single-loop controllers now applicable. At last, the root-locus method is used in the stability analysis of the system.

A. de Carvalho Fernades UDC 621.375: 518.5

Operational amplifiers in analogic electronic computation

Técnica No. 365 — XLII — 1. 1967, pp. 223-233.

The exact analysis of the pentode operational amplifier is made based on the Laplace Tranformation and on the concept of Transfer Function. The approximate analysis for the general case is made on the same basis. As applications of the conclusions reached, the classic circuits of addition, integration and differentiation are studied and examples are given of «integration sinthetizers» in solving differential equations.

BIBLIOTECA
FICHEIRO

Classificadores responsáveis:

Duarte Cunha, Silva Casimiro, Tavares Pires

Recortar as indicações bibliográficas que formam uma ficha e estão encimadas por CDU (Classificação Decimal Universal).

Colar cada referência num pequeno rectângulo de cartolina de 75 × 125 mm.

Ordenar pelos índices decimais, *começando da esquerda para a direita,* independentemente do número de algarismos que o índice contiver, e respeitando a seguinte regra de arrumação dos sinais auxiliares:

+ / n.os simples : [ ] = (01/09) (1/9) (=) " "A/Z — .0 .00

Consultar, em casos duvidosos, a exemplificação inserida na «Técnica» n.º 218 e seguintes, ou recorrer à Biblioteca da A. E. I. S. T.

Notar que a inserção das fichas nesta publicação respeita a ordem correcta, no intuito de a esclarecer o mais possível.

A comodidade de possuir no próprio local de trabalho um arquivo ordenado e de fácil consulta sobre assuntos que se sabe onde existem, é uma das evidentes vantagens de um ficheiro classificado segundo a CDU.

Os assuntos de que estas fichas são referência ficam patentes à consulta a partir desta data.

BIBLIOGRAFIA

C. D. U. 621.311/.22.003

The Economic Choice Between Hydroelectric and Thermal Power Developments, por *Herman Go vam dèr Tak.*

International Bank for Reconstruction and Development — The Johns Hopkins Press — Washington, 1966 — 70 págs. — U S $ 1.00.

Esta é a primeira obra de uma série escrita por elementos do Banco Mundial, em que serão dados a público os resultados das pesquisas feitas no campo do desenvolvimento económico.

O problema que se põe é o de comparar as duas formas clássicas de produção de energia eléctrica — térmica e hídrica — procurando determinar qual será a mais económica para atender a um dado consumo expectável. Apresenta-se, para isso, um método de análise que atende às características próprias de cada possível solução.

Merece especial referência o facto de se tratar de uma análise dinâmica, que atende à influência que terá sobre a solução a adoptar a provável evolução cronológica de alguns parâmetros fundamentais, tais como os custos e o consumo.

Os dados numéricos que ilustram a exposição são extraídos de um estudo real — o projecto de um aproveitamento em Guri, na Venezuela.

Em apêndice, inclui-se uma nota sobre custos conjuntos no caso de obras que podem servir a outros fins além da produção de energia eléctrica.

V. P.

C. D. U. 624.072: 691 328

Tablas para calculo imediato de secciones retangulares de hormingon amado, sometidas a flexion y compresion compuestas, por *Jaime Nadal* e *José Maria Urcelay.*

Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento — Madrid, 1966 — 180 págs. — US $40.00

No projecto de estruturas as tarefas reiterativas e monótonas que se repetem com muita frequência resultam em geral tediosas, pelo que é normal que os projectistas tendam a evitá-las ou a reduzi-las na medida do possível.

Dentre todas estas tarefas, talvez a menos aliciante seja a verificação de secções de betão armado, especialmente se se encontram submetidas a esforços combinados, como é o caso da flexão e compressão compostas De uma maneira geral, pode afirmar-se que nos casos em que é precisa dupla armadura, a monotonia do cálculo se agrava devido à necessidade de realizar, para cada secção, diversas tentativas prévias, o que, extendido ao grande número de secções que deve verificar-se numa estrutura, converte esta fase do projecto numa laboriosa sucessão de operações numéricas. O presente trabalho permite tipificar e uniformizar na medida do possível as secções de betão armado, como primeiro passo para uma certa normalização de peças e elementos estruturais, desenhados com critérios resistentes e económicos bem definidos. Deste modo, permite-se uma mais fácil coordenação dimensional e normalização, exigidas pela construção industrializada.

O objectivo principal das presentes tabelas é for-

SOCIEDADE DE CONSTRUÇÕES AMADEU GAUDÊNCIO LIMITADA

Escritório e Oficinas
R. Dr. Alexandre Braga, 4-A
LISBOA

ARQUITECTURA E ENGENHARIA

R. DR. ALEXANDRE BRAGA, 4-A

TELEFONES:
P.P.C.A. 43191 - 43192 - 43193

END. TELEGRÁFICO:
«CONSTRUÇÃO»

•

CONSTRUÇÕES CIVIS

•

BETÃO ARMADO
E PRE-ESFORÇADO

•

CARPINTARIA
MECÂNICA

•

TRABALHOS
DE PINTURA
E ESTUQUES

•

DEPÓSITO DE MATERIAIS:

ESTRADA DE MOSCAVIDE, 17-19

Telefone 38 90 72

LISBOA

instrumentos comprovados

O espirito critico dos Técnicos é elevado. Eles trabalham com a maior exactidão.
A precisão que se espera do seu trabalho é a mesma que exigem dos seus instrumentos de desenho.
Os Técnicos sabem assim porque exigem os instrumentos comprovados rOtring:
Rapidograph e Variant para desenhar linhas conf. NP 62 e DIN 15.
rOtring Varioscript para desenhar letras conf. NP 89 e DIN 1451.

rOtring

Rapidograph - Variant - Varioscript
Escantilhões - Tinta da china

à venda no comércio da especialidade

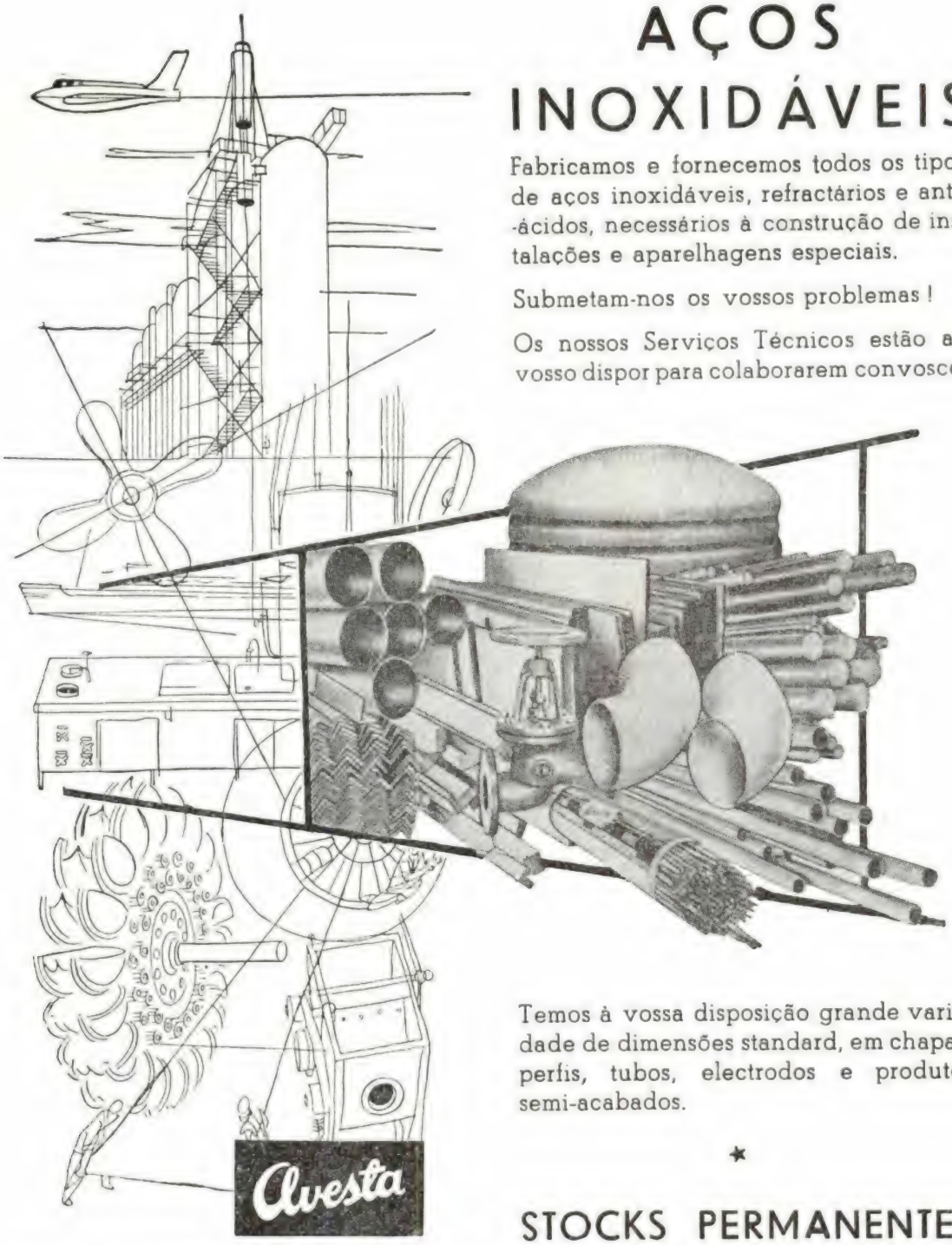
Representante — ARTUR WESTHEIMER, LDA. - LISBOA

AÇOS INOXIDÁVEIS

Fabricamos e fornecemos todos os tipos de aços inoxidáveis, refractários e anti-ácidos, necessários à construção de instalações e aparelhagens especiais.

Submetam-nos os vossos problemas!

Os nossos Serviços Técnicos estão ao vosso dispor para colaborarem convosco.



Temos à vossa disposição grande variedade de dimensões standard, em chapas, perfis, tubos, electrodos e produtos semi-acabados.

★

STOCKS PERMANENTES

AVESTA JERNVERKS AKTIEBOLAG
AVESTA — SUÉCIA

Representantes Exclusivos para Portugal e Ultramar:

A. JOHNSON & Co (PORTUGAL), L.DA

SEDE EM LISBOA:
Praça José Fontana, 11-1.º
Telef. 537015-537016-537017-537018

FILIAL NO PORTO:
R. Dr. António Granjo, 160/168
Telef. 54666

necer ao projectista de estruturas de betão armado uma ferramenta que seja, em relação à compressão e flexão compostas, de eficácia comparável à dos prontuários de perfis laminados de que dispõem os especialistas de estruturas metálicas.

V. C. S.

C. D. U. 673.6 : 621.646

Technical reference book on valves for the control of fluids.

The Breitish Valve Manufacturers Association —London, 1966 — 2.ª edição — 342 págs.

Pretende-se, com esta obra, pôr à disposição de quem tenha que utilizar válvulas para fluidos, um precioso auxiliar onde encontra, além de numerosos dados técnicos sobre a utilização das válvulas, uma informação detalhada sobre os fabricantes britânicos destes orgãos.

Abre o volume um glossário de termos técnicos, cujo objectivo é normalizar a multiplicidade de termos com que se designam as válvulas e as suas partes. Seguem-se uma série de indicações técnicas para a escolha de válvulas, um glossário em cinco línguas, uma lista de símbolos gráficos e indicações gerais sobre manutenção. A fechar a primeira parte encontram-se numerosas tabelas com dados de interesse.

A segunda parte é um vasto guia de produtos e produtores britânicos de válvulas, sendo a terceira parte uma compilação de marcas registadas.

V. P.

C. D. U. 71 (536.8)

The Kuwait urbanization, por *Saba George Shiber*

Kuwait, 1964 — 646 págs. — U S $ 25.00.

Nesta vasta obra, profusamente ilustrada com aguarelas, fotografias e desenhos de sua autoria, Shiber, árabe de nascimento e americano por naturalização, oferece uma bela panorâmica do Kuwait actual.

Como consultor urbanístico do Governo do Kuwait desde Junho de 1960, o autor teve um papel activo na construção daquele estado. É a sua experiência nesse papel que se encontra relatada neste livro.

Mais do que a História de uma cidade, com especial referência à sua urbanização este livro é, segundo o afirma o autor, «uma parábola para o futuro desenvolvimento do Kuwait, bem como de todas as cidades e estados árabes no limiar do desenvolvimento. Em resumo, a urbanização do Kuwait é uma «parábola clássica no desenvolvimento do deserto». Ao longo de cinco centenas de páginas conta o autor esta «parábola» em linguagem simples evitando sempre o rigorismo que a sua vasta formação técnica parecia aconselhar, nunca se dispensando de criticar quando crê que isso pode contribuir para a solução dos erros que aponta.

O volume fecha com cerca de uma centena de páginas que incluem textos e dados estatísticos de grande valor para o estudioso do país.

V. P.

ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. U. 536.655

Heat of vaporization and cohesion energy of liquids — *J. Polak.*

Collection Czechoslov. Chem. Commun., 4-966, vol. 31, n.º 4, pág. 1483-1492.

Desenvolve-se e verifica-se um método de calcular o calor de vaporização e a energia de coesão de líquidos puros. O método é desejável para uma gama de pressões até 1500 Corr., sendo necessários na sua aplicação apenas dados experimentais fàcilmente determináveis (dependência entre a temperatura e a pressão de vapor, densidade do líquido, temperatura e pressão críticas). O erro do método é de $\pm$ 1 % tendo sido utilizado este processo na determinação do calor de vaporização e de energia de coesão de 81 substâncias.

C. D. U. 539.215 : 622.7

Influência da granulometria dos minérios na lixiviação estática — *H. Carreira Pich.*

LFEN-Notas Internas, n.º 29.

Trata-se dum trabalho apresentado no 3.º Colóquio sobre lixiviação por capilaridade de minérios de urânio. Nesta pequena nota chama-se a atenção para a influência da granulometria na composição dos licores provenientes da lixiviação estática dos minérios. Apresentam-se alguns resultados obtidos com os minérios da Barroca Funda e da Quinta do Bispo.

C. D. U. 541.67 : 621.315.59

Problèmes chimiques de la recherche des semi-conducteurs — *A. Rabenau.*

Endeavour, 9-966, vol. 25, n.º 96, pág 158-165.

Desde há alguns anos utilizam-se como semi-condutores, elementos tais como o germânio e o silício de que se conhece perfeitamente o comportamento sob o ponto de vista da «teoria das bandas». Para satisfazer as exigências da tecnologia deve-se agora investigar os semi-condutores entre os compostos e prever, por critérios químicos os que poderiam ser interessantes.

A teoria não permitiu fazer esta selecção mas conseguiu-se concluir regras empíricas que este artigo decreve assim como os princípios em causa.

C. D. U. 546.171.5 : 545.37

Investigaciones potenciométricas en aguas que contienem hidrazina — *H. Kallfass.*

Ion, 11-966, vol. 26, n.º 304, pág. 654-658.

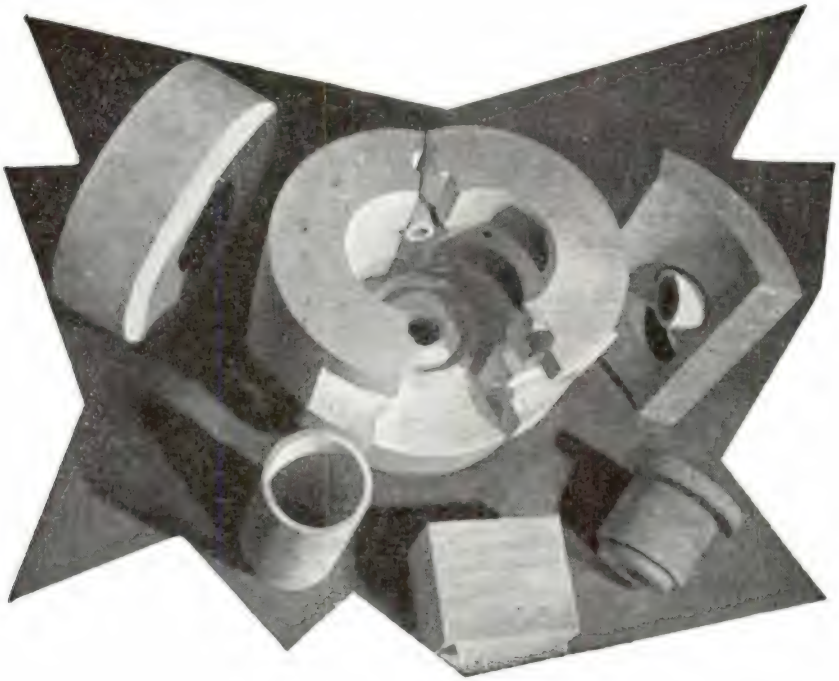
C. D. U. 546.171.5 : 66.069.84

Desgasificacion quimica por medida de la hidrazina — *H. Kallfass.*

Ion, 10-966, vol. 26, n.º 303, pág. 583-588.

a técnica moderna emprega

BETÕES REFRACTÁRIOS



à base dos cimentos

FONDU LAFARGE

e

SECAR 250

porque são

práticos
eficientes
económicos

REFRACTÁRIOS ATÉ 1800° C
REFRACTÁRIOS ISOLANTES ATÉ 1700° C

Os nossos serviços técnicos, especializados, estão à vossa inteira disposição para estudar, sem qualquer encargo da vossa parte, a adaptação dos BETÕES REFRACTÁRIOS a todos os vossos problemas

AGUIAR & MELLO, L.DA

P. do Município, 13-1.º — LISBOA — Tel. 32 11 51/2

C. D. U. 547.913 : 668.5

A incorporação dos óleos essenciais aromáticos nos produtos de perfumaria e de cosmética — *K. Bergwein.*

Óleos e Sabões, 8/4, 966, n.º 15, pág. 23-24.

C. D. U. 551.465.018 : 629.135.45

A utilização do helicóptero em observação de correntes flúvio-marítimas no delta do rio Zambeze — *Fernando Castro Fontes.*

Fomento, 1-967, vol. 4, n.º 2, pág. 117-136.

Refere-se o método a que foi necessário recorrer para efectuar a primeira campanha de observação de correntes flúvio-marítimas no delta do Zambeze, nas zonas vizinhas da embocadura do seu braço Cuama onde se prevê a necessidade do estabelecimento dum porto flúvio-marítimo. Corresponde à execução de observações de trajectórias de flutuadores por um método de intersecções directas, utilizando um helicóptero para o lançamento dos flutuadores e para a referenciação das suas trajectórias. Apresentam-se resultados obtidos e faz-se referência a possibilidades de aperfeiçoamento do método descrito.

C. D. U. 536.7

La entropia como variable de extension de la energia calorífica — *José Luis Villon.*

Dyna, 7, 966, n.º 7, pág. 401-412.

C. D. U. 62-5 : 621.438.5 : 621.515-154

Bombagem dos compressores nas instalações de turbina a gás e de compressores de alto forno — *R. A. Strub e P. Suetr.*

Revista Técnica Sulzer, 2, 967, n.º 1-2, pág. 35-39.

Analisa-se a influência dos ciclos de sondagem sobre a carga dinâmica das pás em compressores axiais. Menciona-se a rotura por fadiga das pás rotóricas de um compressor axial industrial submetido a uma sondagem intensa durante um tempo relativamente longo.

C. D. U. 620.172.251.226 : 669.14.018.44

L'utilisation des résultats d'essais de fluage d'aciers réfractaires à l'aide de formules paramétriques — *Zschokke H., Friedl Kh.*

Rev. Brown Boveri, t. 52, 965, n.º 3, pág. 232-238.

O artigo apresenta e compara as fórmulas propostas por diversos autores. Dão-se indicações no que diz respeito ao emprego destas fórmulas.

C. D. U. 620.179.16 : 629.11.012.1

Inspeccion supersonica de Ruedas y Ejes — *G. Harsillet e J. Rispal.*

Ingienieria Ferroviaria Latino-Americana, 1-2, 966, n.º 30, pág. 13-24.

No artigo é feito um estudo da aplicação de ensaios por ultrassons na detecção de defeitos em rodas e eixos de material ferroviário.

C. D. U. 621.165.001.572-53

Turbine pour L'étude de réglage d'une turbine à vapeur — *R. Ritter.*

Rev. Brwn, Boveri, Boveri, 2, 67, vol. 51, n.º 12, pág. 774-776.

Uma turbina de ensaio e ar foi empregada para estudo, com vista a melhorar, o grau de regulação das turbinas a vapor.

C. D. U. 621.165.013

Recherche expérimentale apropos de l'influence de la rapidité de la détente sur la formation de brouillard dans la vapeur sursaturée — *Moyer H. et G. Gyarmath.*

Rev. Brown Boveri, 2-967, vol. 51, n.º 12, pág. 777-783.

Segunda a teoria, quando da paragem do vapor de água, o começo da coordenação e o tamanho médio das gotas dependem da velocidade da paragem. Este artigo trata da verificação experimental desta teoria.

C. D. U. 621.182 : 697.34

La centrale thermique de Linkoping — *Vikström, L.*

ASEA-Revue 38 (1966) : 4, p. 75-80

O artigo descreve detalhadamente a aparelhagem de «controle» da instalação térmica e da instalação de aquecimento urbano. Dá uma breve descrição de outros aperelhos eléctricos.

C. D. U. 621.311.176

Systèmes de commande dans les centrales et les postes — *Krafft N. et D. Eger.*

Rev. Brown Boveri, t. 52 (1965), n.º 4, p. 283 à 296 ; 16 fig., 1 tabl.

Em face da extensão crescente das centrais e postos de transformação, a constituição das rotas de comando modificou-se. Apresentam-se exemplos de realização.

C. D. U. 621.311.23 : 621 438

Un nouveau genre de centrale à turbine à gaz de 15 000 kw, pouvant être montée rapidement — *Pfenninger H.*

Rev. Brown Boveri, t. 52 (1965), n.º 3, p. 214 à 231 ; 18 fig., 3 tabl.

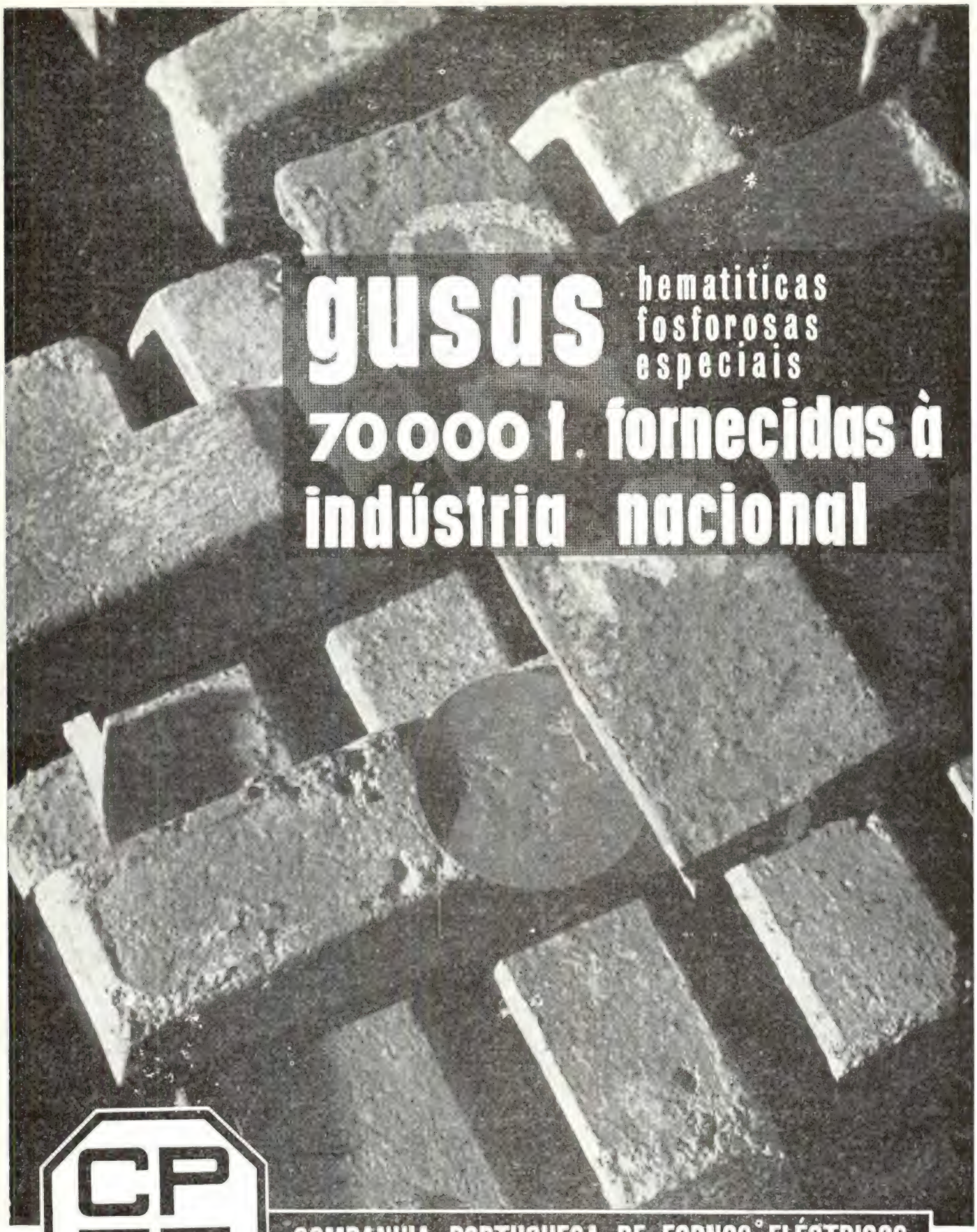
O autor descreve um novo tipo de central de turbina a gás composto por uma série de grandes conjuntos que podem ser transportados por caminho de ferro e barco e colocados ràpidamente no local de utilização.

C. D. U. 621.313.323 : 621.221.4
621.311. 21 : 621.221.4 (494)

Les moteurs synchrones des pompes d'accumulation de la centrale de Tierfehd — *Vesligaj F.*

Rev. Brown Boveri, t. 52 (1965), n.º 4, p. 328 à 335; 7 fig., 1 tabl.

O artigo trata principalmente do método de arranque e dos dispositivos de protecção dos grupos moto-bombas.



CP
FE

COMPANHIA PORTUGUESA DE FORNOS ELÉCTRICOS

Capital 60 MIL CONTOS S A R L

Largo de S. Carlos, 4 Lisboa·2

C. D. U. 621.315.616 : 622.311 : 621.3.027

Utilisation des tubes en plastique pour l'isolation des tours de tension moyenne de 6-15 kV dans les centrales et les stations électriques — *Dinculescu et al.*

Buletinul Institutului Politehnic - Bucuresti, 1-2/966, vol. 28, n.º 1, pág. 75-87.

Os ensaios efectuados permitem apreciar o comportamento do isolante para tensão de frequência industrial e para vários estados da sua superfície, bem como as perdas dieléctricas.

C. D. U. 621.6

Diseño y utilizacion de los secadores por atomización— *Manuel Martinez-Franco.*

Dyna, 10-966, n.º 1c, pág. 527-540

Este artigo define os princípios e aplicações de secadores por atomização.

Numa segunda parte discute às considerações a ter em conta no projecto de tais extensões e proporciona uma indicação sobre o seu custo.

C. D. U. 621.742

Qualificacion de las arenas de moldeo españolas — *L. Froufe.*

Fundição — Boletim, A.P.F., n.º 12, 1966, pág. 9.

Expõem-se ràpidamente as razões que levaram o CENIM e a A. T. F. de Espanha a estudar as areias para moldação sob os seguintes dois aspectos: a) normalização dos métodos de ensaio; b confecção de um mapa nacional de areias. Resume-se e comenta-se uma informação relativa a considerações técnicas de uma regulamentação sobre areias siliciosas, areias naturais e bentonites.

C. D. U. 621.77

Fabricacion de redondos especiales para la construccion — *D. José Barrola.*

Dyna, 3-966, n.º 3, pág. 139-151.

São indicados a título de orientação alguns dados para estudo da laminagem de perfis especiais para construção.

C. D. U. 621.791.7 : 624.19.014.25

Soudage automatique d'un cuvelage pour puits de mine — *H. Hellendrung.*

Arcos, 1966, n.º 154, pág. 4117-4124.

O artigo mostra a vantagem do emprego de máquinas automáticas de soldadura em construções onde as mesmas operações se repetem muito.

C. D. U. 621.822.6 : 620.169.1

Ensaios de duración com rolamientos — su exactitud y planificación — *Hans-Heinrich Schrfiber.*

La Técnica de los Rodamentos-Fag, 1965, n.º 3, pág. 2-12.

É feito o estudo da duração de rolamentos em bancos de ensaio.

C. D. U. 621.9.01.003,1

Calculo de rentabilidad de una inversión en maquinas-ferramientas — *E. Ventura.*

Ingenieria Industria, 12-966, n.º 371, pág. 129-136.

Cálculo rigoroso do renovamento das máquinas-ferramentas.

C. D. U. 627.2[624.131.54]

Obras marítimas en terrenos inconsistentes — *Carlos Martinez Cebolla.*

Revista de Obras Públicas, 3-967, ano 114, n.º 3014. pág. 401-416.

Faz-se referência à construção de um molhe no Porto de Pasajes, à base de caixões de betão armado. Estuda-se a estabilização de obra ante o perigo de deslizamentos segundo superfícies circulares utilizando o método do planímetro.

C. D. U. 628.3

Novos métodos de tratamento de esgotos. Laçoa de estabilização — *Cândido da Mata Ribeiro.*

Boletim Técnico Sanevia, 12-965, ano 19, n.º 27, pág. 40-45.

Conferência proferida na cidade de Porto Alegre, Brasil.

Apresenta-se uma panorâmica do problema sanitário do Brasil e estuda-se a possibilidade de utilização de novas técnicas, baseadas na redução tanto dos custos iniciais como dos custos de operação e manutenção, através de uma redução e simplificação dos equipamentos.

C. D. U. 662.691

Mercado potencial de gás natural en españa y su incidencia en la estrutura energética — *Gabinete Técnico del Sindicato Nacional de Agua, Gás y Electricidad.*

Dyna, 6-966, vol. 41, n.º 6, pág. 321-334.

Referem-se os autores ao campo de utilização do gás natural e ao mercado potencial de gás na actualidade e em 1970.

C. D. U. 663.63(73)

Situacion actual de la transformación de las aguas salinas en agua potable en Estados Unidos (II) — *G. V. Vivas.*

Ion, 6-966, vol. 26, n.º 299, pág. 311-319.

C. D. U. 666 (46)

La Petrolquimica en españa — *M. Cozar.*

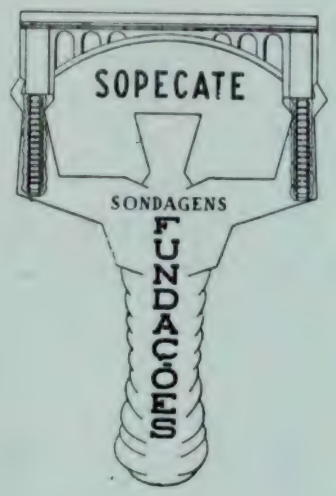
Dyna, 6-966, vol. 41, n.º 6, pág. 353-355.

C. D. U. 666.5 : 546.623-31

The effect of increased Al_2O_3 content on the formation of the texture of porcelais — *B. Locsei.*

Acta Technicc, 966, vol. 55, n.º 1-2, pág. 27-52.

O autor examina as possibilidades do aumento do teor em óxido de alumínio na textura das porcelanas, constantando que no caso de adição de caulino, mulite e fluoreto de alumínio o produto final não contem corindo. Para tornar a textura uniforme o autor preconiza a escolha dum aditivo que não contenha cristais individuais de grossura superior a 10 ou 20 microns.



SOPECATE

SONDAGENS
FUNDAÇÕES

Escritório — R. DO ARSENAL, 146, 2.º Esq., Dt.º e Fr.te
Estaleiro e Oficina — RUA PEREIRA HENRIQUES, 58

TELEFONES
SERVIÇOS ADMINISTRATIVOS 34010
SERVIÇOS TÉCNICOS 320208
ESTALEIRO E OFICINAS 381238

LISBOA

BETÃO PRONTO

LIZ

BETÃO FORNECIDO NO LOCAL DA OBRA, COM A COMPOSIÇÃO REQUERIDA E NA HORA EXACTA EM QUE FOR PEDIDO

UM PRODUTO DAS CENTRAIS DE BETÃO

DA

EMPREZA DE CIMENTOS DE LEIRIA

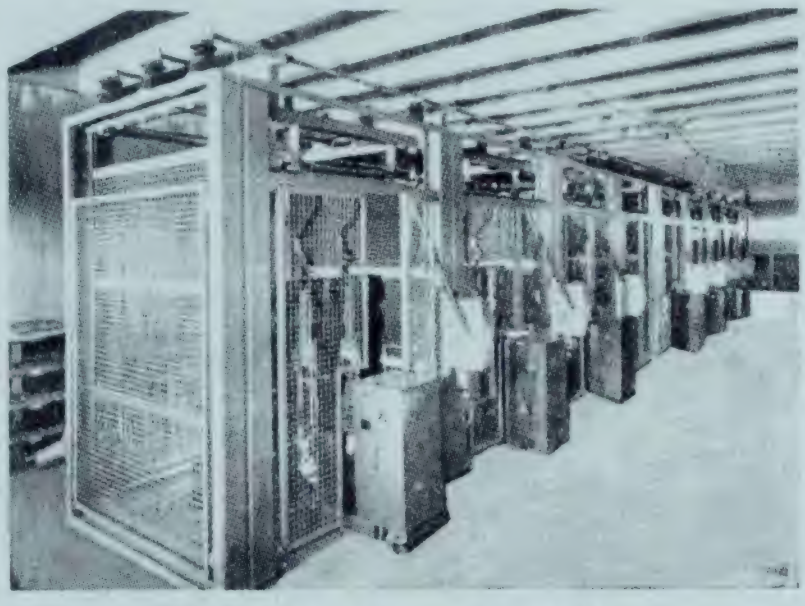
1.º CENTRAL — AV. INFANTE D. HENRIQUE, LOTE 572
2.º CENTRAL — RUA B — QUINTA DO PAIZINHO — (CARNAXIDE)
TELEFS.: 389796-380031-380032

ISOLUX L.DA

ESTUDOS E INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Porto
R. de Sá da Bandeira, 651 - 4º
Tel. 2 70 13

Lisboa
L. Campo Pequeno, 21 - 4º Esq
Tel. 760964



CELAS ABERTAS DE ALTA TENSÃO

Projectos e instalações eléctricas de:

Centrais
Subestações
Postos de Transformação
Fábricas
Edifícios públicos
Blocos residenciais

SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA

Responsabilidade Limitada
(REGISTADO)

SERRALHARIAS,
CALDEIRARIA,
FERRARIA,
FUNDIÇÕES

ESCRITÓRIO
Rua de S. Tiago, 13
LISBOA
Telefone 86 19 72

Oficina e Laboratórios do

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDES, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO de ELECTROTECNICA, fornecem todo o género de material escolar de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA-ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público.

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

LISTA CLASSIFICADA DE ANÚNCIOS

Neste número continua a «Técnica» a sua secção de publicidade — a *lista classificada de anúncios* — destinada a facilitar a procura por parte dos clientes.

Estas páginas amarelas ficam abertas aos nossos leitores, que nelas podem anunciar a sua firma e endereço, ao preço de 50$00 por número. Quanto aos nossos anunciantes, é com muito gosto que lhes concedemos grátis a inscrição na lista.

CONSTRUÇÃO CIVIL

CONSTRUTORES CIVIS

— **Construções Técnicas, Lda.**
P. do Município, 13-3.º — Tel. 36 65 06

— **Escodel**
Rua Ferreira Lapa, 42, 1.º D. — Lisboa.

— **Fundações Franki**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 73 41 12.

— **Soc. Const. Amadeu Gaudencio, Ld.ª**
R. Dr. Alexandre Braga, 4-A — Lisboa
Telef. 4 31 91 — 92 — 93.

— **Soc. de Pré-Fabricação e Obras Gerais Novobra**
Av. Estados Unidos da América, 100-5.º D
— Telef. 77 48 32 / 76 64 46 — Lisboa 5

ESCAVADORAS

— **Fassio, Lda.**
R. Jardim do Regedor, 20—Lisboa. Tel. 36 19 02

— **Guedes & Almeida**
Rua Aurea, 181-2.º— Tel. 32 78 45 — Lisboa 2

— **S. T. E. T. — Soc. Técnica de Equipamentos e Tractores, Ld.ª**
Prior Velho — Sacavém — Tel. 2 51 00 01/4.

— **Monteiro Gomes, Ld.ª**
Rua Cascais, 47 (Alcântara).

FUNDAÇÕES

— **Construções Técnicas, Lda.**
Pr. do Município, 13-3.º — Tel. 36 65 06

— **Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ld.ª**
Pr. da Figueira, 18, 3.º — Lisboa — Tel. 36 27 95.

— **Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações**
R. S. Pedro de Alcantara, 1 — Tel. 32 46 93 e 21 32 56 — Lisboa — Luanda — Lourenço Marques — Beira.

— **Fundações Franki**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 73 41 12.

— **Johann Keller**
R. dos Bem Lembrados - Cascais — Tel. 28 01 46

— **Sondagens e Fundações, A. Cavaco, Lda.**
R. Rodrigo da Fonseca, 62-r/c — Lisboa 1
Tel. 55 38 73 — 5 95 62 — 73 35 45.

— **Sondagens Ródio**
Rua de S. Bento, 644-3.º — Lisboa
Tel. 68 80 96/7/8

— **Sopecate**
R. do Arsenal, 146, 2. — Lisboa.
Tel. 3 40 10 - 32 02 08

IMPERMEABILIZAÇÃO

— **Empresa de Produtos Asfálticos**
R. Filipe Folque, 10-1.º — Lisboa — Tel. 73 01 56.

INSTRUMENTOS DE PRECISÃO

— **Wild Portugal, Ld.ª**
Praça das Águas Livres, 8, s/l 6 — Lisboa 2 — Tel. 68 11 27.

ISOLAMENTO TÉRMICO E ACÚSTICO

— **SETH, Ld.ª**
R. Filipe Folque, 10-1.º — Lisboa — Tel. 73 01 56

MOBILIÁRIO

— **Fábrica Portugal**
R. Febo Moniz

SONDAGENS

— **Construções Técnicas, Lda.**
Pr. do Município, 13-3.º — Tel. 36 65 06

— **Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ld.ª**
Praça da Figueira, 18- 3.º D. -Lisboa
Tel. 36 27 95.

— **Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações**
R. S. Pedro de Alcântara, 1 — Tel. 32 46 93 e 21 13 56 — Lisboa — Luanda — Lourenço Marques — Beira.

— **Fundações Franki**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 73 41 12

— **Johann Keller**
R. dos Bem Lembrados - Cascais — Tel. 28 01 46

— **Sondagens e Fundações, A. Cavaco, Lda.**
R. Rodrigo da Fonseca, 62-r/c — Lisboa 1
Tel. 55 38 73 — 5 95 67 — 73 35 45.

— **Sondagens Ródio, Ld.ª**
Rua de S. Bento, 664-3.º — Lisboa
Tel. 68 80 96/7/8.

— **Sopecate**
R. do Arsenal, 146,-2.º — Lisboa.

CONSTRUÇÕES METALO-MECANICAS

CONSTRUTORES METALO-MECÂNICOS

— **Construções Metalo-mecânicas MAGUE, Ld.ª** — Alverca

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35.
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

— **LISNAVE**
Rocha do Conde de Óbidos — Lisboa

— **Sociedade Industrial Metalúrgica**
R. de S. Tiago, 1

REPARAÇÕES E CONSTRUÇÕES NAVAIS

LISNAVE
Rocha Conde de Óbidos — Lisboa

EQUIPAMENTO ELECTRICO

— **AEG — Lusitana de Electricidade**
R. João Saraiva, 4-Tel. 71 11 71/71 40 01-Lisboa.

— **ASEA**
Rua de Artilharia Um, 104-4.º Dt. — Lisboa — Tel. 68 90 17/8/9.
R. do Campo Alegre, 144, Porto — Tel. 6 21 06/9

— **Electrotécnicos Reunidos**
Avenida João XXI, 64 — Lisboa.

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

— **Soc. de Elec. Brown Boveri**
R. Sá da Bandeira, 481-2.º — Tel. 2 34 11 — Porto

— **Sociedade Michäelis de Vasconcelos, Ld. — Oerlikon**
Av. Marquês de Tomar, 94 — Lisboa.
P. da Liberdade, 114 — Porto.

— **Standard Eléctrica**
Av. da Índia — Lisboa.

— **União Eléctrica Portuguesa**
R. Alexandre Herculano, 244 — Porto.
R. Rosa Araújo, 35 — Lisboa.

BATERIAS

— **TUDOR — Soc. Port. de Acumuladores**
Av. Fontes Pereira de Melo, 12
Tel. 5 19 47 — Lisboa.

DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA

— **União Eléctrica Portuguesa**
R. Alexandre Herculano, 244 — Porto.
R. Rosa Araújo, 35 — Lisboa.

ELÉCTRODOS

— **Electro-Arco, Ld.ª**
R. Silva Carvalho, 239 — Lisboa — Tel. 68 36 49.
R. do Bolhão, 216 — Porto — Tel. 2 12 77.

INSTALAÇÕES

— **Isolux, Lda.**
R. Gonçalves Crespo, 33, 3.º — Lisboa
R. de Sá da Bandeira, 551, 4.º — Porto.

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35.
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

ISOLAMENTOS

— **Empresa Electro-Cerâmica, S.A.R.L.**
L. Barão de Quintela.

SOLDADURAS

— **Electro Arco**
R. Silva Carvalho, 239 — Lisboa
R. do Bolhão, 216 — Porto

TELECOMUNICAÇÕES

— **A E G Lusitana de Electricidade**
R. João Saraiva, 4—Tel. 71 11,71/71 40 10-Lisboa

— **Empresa Técnica de Equipamentos Eléctricos, S.A.R.L.**
R. Rodrigo da Fonseca, 110, r/c — Lisboa — Tel. 68 60 72.
R. Sá da Bandeira, 766-1.° E — Porto — Tel. 2 48 18

— **Standard Eléctrica, S.A.R.L.**
Av. da Índia — Lisboa.

EQUIPAMENTO INDUSTRIAL

— **DEMAG — Soc. Comercial Romar**
Trav. da Galé, 9 — Tel. 63 56 70 — Lisboa.
Santa Iria de Azoia

— **Fassio, Lda.**
R. Jardim do Regedor, 20 — Lisboa. Tel. 36 19 02

— **S. T. E. T.—Soc. Técnica de Equipamentos e Tratores, S. A. R. L.**
Prior Velho—Sacavem—Tel. 2510001/4.

BOMBAS

— **CIDEX — Comércio Internacional e Representações Industriais**
Av. Casal Ribeiro, 46-2.°-Tel. 73 53 07-Lisboa 1

CORRENTES

— **Auto - Lusitania**
Av. da Liberdade, 73 - 79 — Lisboa.

— **Harker Summer**
L. Corpo Santo, 18 — Tel. 32 48 23 — Lisboa.

MÁQUINAS-FERRAMENTAS

— **Soc. Portuguesa de Válvulas**
R. Academia de Ciências, 5 — Lisboa.
Tel. 3 17 10.

INDÚSTRIAS QUÍMICAS

FELTROS

— **FANAFEL — Fábrica Nacional de Feltros Industriais**
Estrada de S. João — Ovar

LUBRIFICANTES

— **B. P.**

TÊXTEIS

— **FANAFEL — Fábrica Nacional de Feltros Industriais, Ld.ª**
Estrada de S. João — Ovar.

LIVROS TECNICOS

—**TECNICA**
Avenida Rovisco Pais — Lisboa
Tel. 77 54 49

MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

AÇOS ESPECIAIS

— **A. Johnson & C.ª (Portugal), Ld.ª**
P. José Fontana, 11-1.° — Lisboa — Tel. 53 70 15/ /6/7/8.
R. Dr. António Granjo, 160/168-Porto-Tel. 5 46 69

— **Companhia Portuguesa de Trefilaria**
R. do Instituto Industrial, 18-1.°, Dt.° — Lisboa
Tel. 67 12 24/5.

— **Companhia Portuguesa de Fornos Eléctricos**
L. S. Carlos, 4-2.°

— **Heliaço**
R. S. Julião, 41-4.° — Tel. 36 78 17 — Lisboa.

BETÃO

— **Aguiar e Melo, L.da**
P. do Município, 13-1.°-Dt.° — Tel. 32 11 51/2 — Lisboa.

— **Companhia Portuguesa de Trefilaria**
R. do Instituto Industrial, 18-1.°, Dt.° — Lisboa
Tel. 67 12 24/5.
Lisboa 1

— **Empresa Cimentos de Leiria**
R. Braamcamp, 7 — Lisboa. — Tel. 5 91 61/66.

— **Heliaço**
R. S. Julião, 41-4.º — Tel. 36 78 17 — Lisboa.

— **Sociedade Portuguesa CAVAN**
R. de D. Estefânia, 94-A — Lisboa — Tel. 4 78 12 e 5 01 29.

CIMENTOS

— **Aguiar e Melo, L.da**
P. do Município, 13-1.º-Dt.º — Tel. 32 11 51/2 — Lisboa.

— **CIBRA — Cimentos Brancos**
Tv. do Corpo Santo, 15 — Lisboa — Tel. 32 04 64.
R. do Bonjardim, 205 — Porto — Tel. 2 57 79.

— **Empresa de Cimentos de Leiria**
R. Braamcamp, 7 — Lisboa — Tel. 5 91 61/66.

— **Secil**
R. do Comércio, 156—Lisboa 2 —Tel. 32 82 01/2/3

ARTIGOS DE ESCRITÓRIO

— **J. J. Silva & Irmão, Lda.**
Rua Silva Carvalho, 232-B — Lisboa
Tel. 65 2750 / 68 06 71

— **Rotring — Representante Artur Westheimer**
Lisboa.

— **A. W. Faber — Castell**
Iberex — Av. D. Carlos I, 132 — Tel. 66 47 47 — — 66 36 56 — Lisboa.

TRANSPORTES

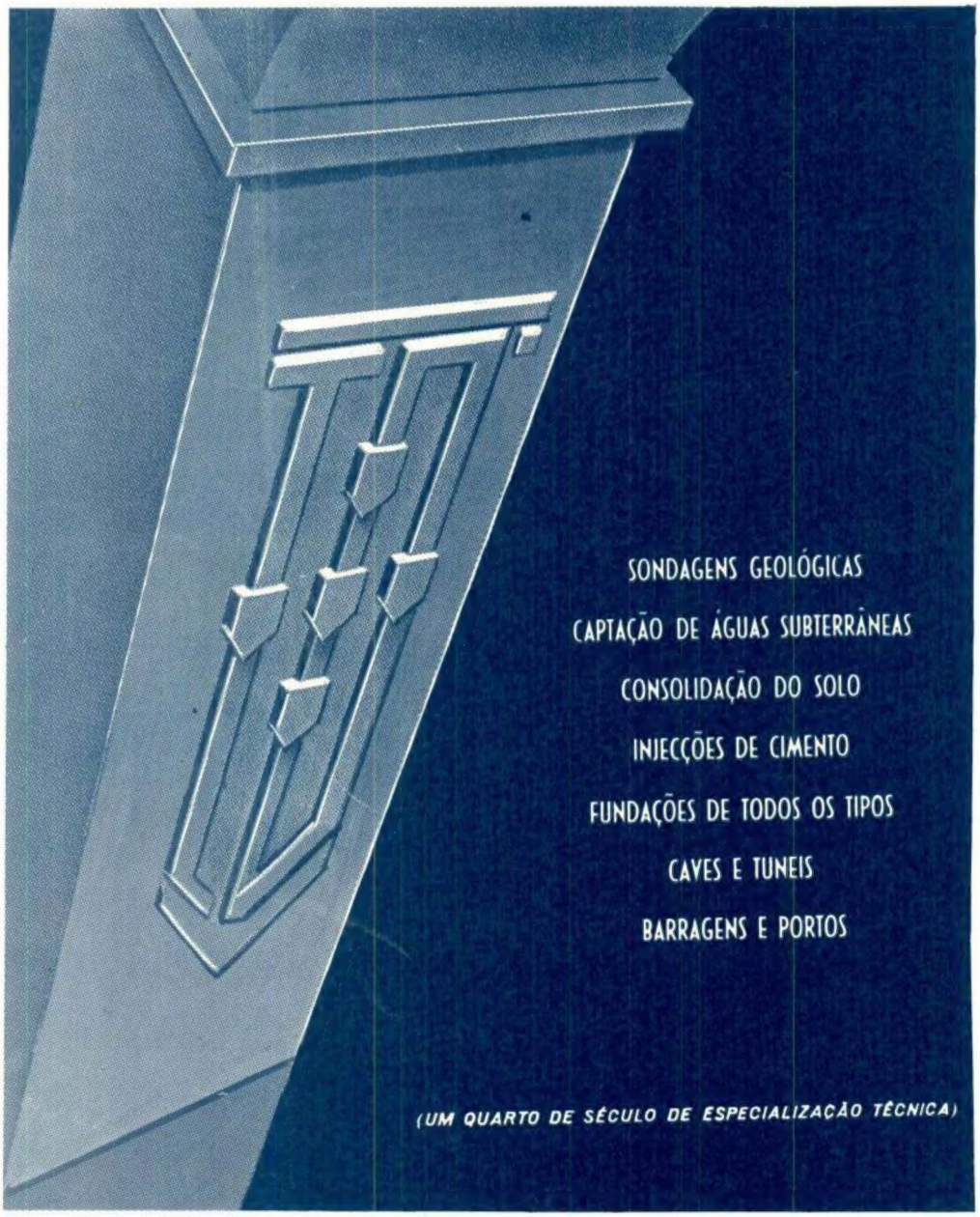
— **T. A. P.** — Praça Marquês de Pombal
Tel. 53 88 51 — Lisboa.

Empresa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

AV. DA REPÚBLICA, 42, 8.º
TELEFS. 77 70 86/7 e 77 12 65

LISBOA



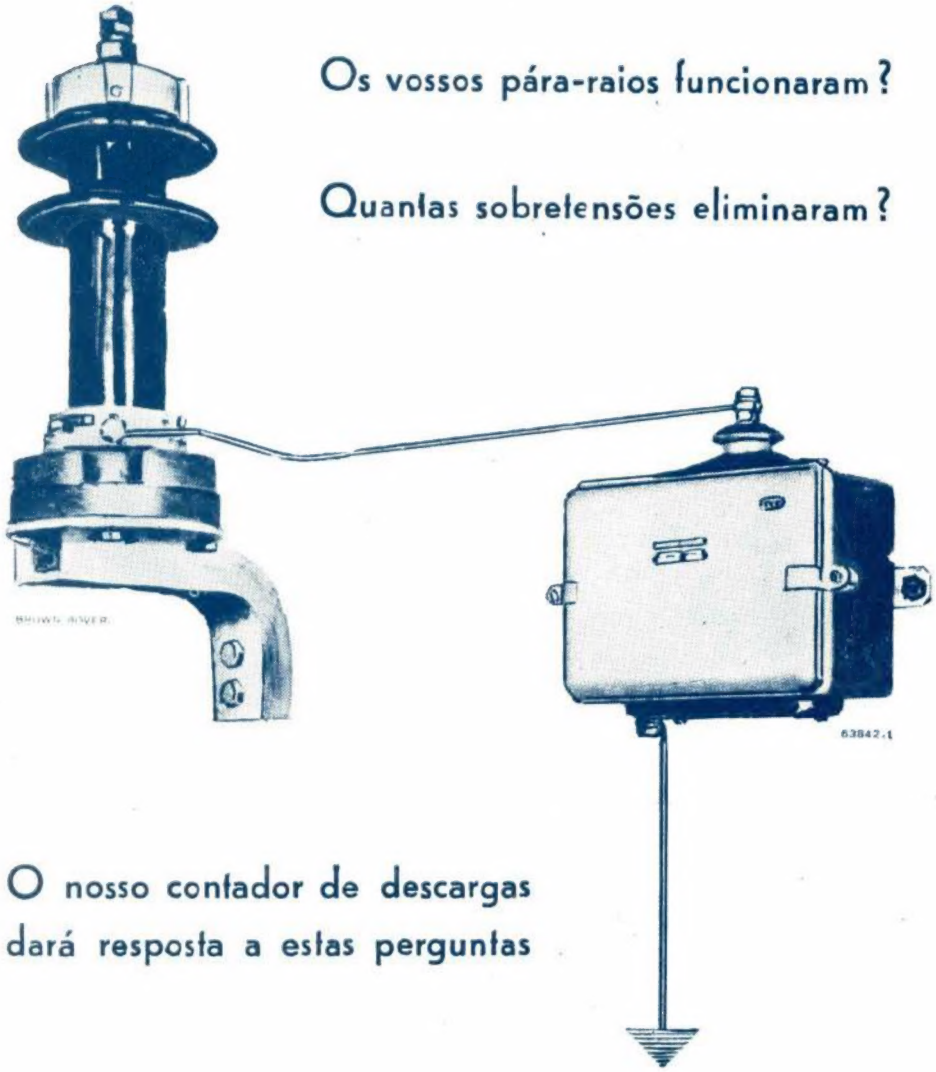
BROWN BOVERI

Pára-raios

Contadores de descargas

Os vossos pára-raios funcionaram?

Quantas sobretensões eliminaram?



O nosso contador de descargas
dará resposta a estas perguntas

Para cada problema de protecção, os nossos Serviços Técnicos podem indicar a solução mais apropriada

SOC. DE ELECT. **BROWN BOVERI**, LDA.

RUA DE SÁ DA BANDEIRA – 481-2.º TEL. 23411-PORTO